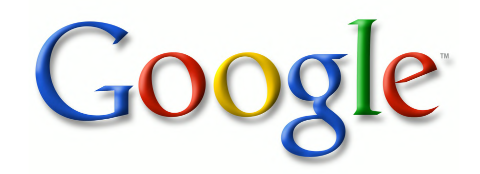
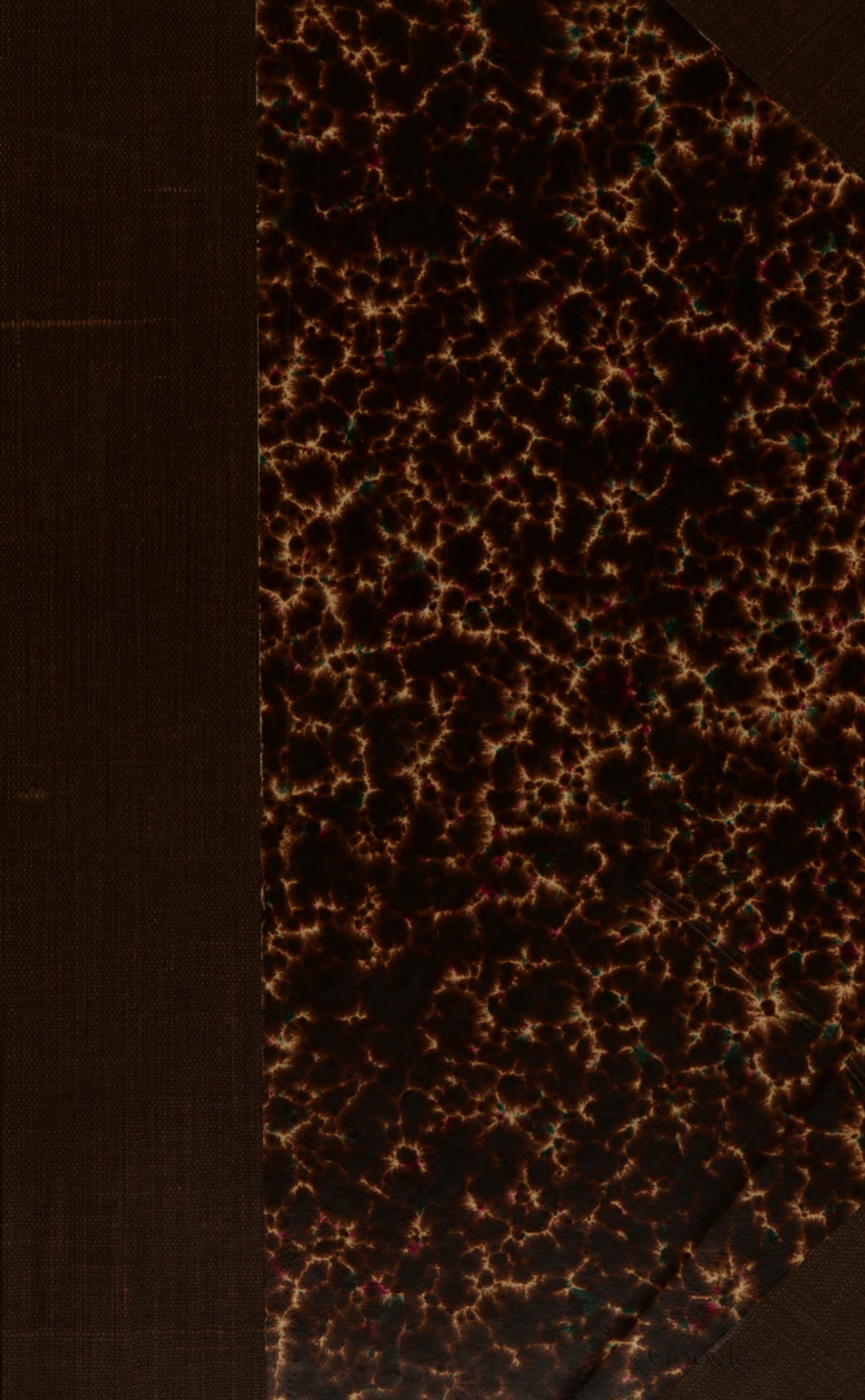






#

Die Fabrikation

der

Kautschuk- und Guttaperchawaaren

sowie des

Celluloids und der wasserdichten Gewebe

mit

besonderer Berücksichtigung der neueren Fortschritte, die in diesen Industriezweigen gemacht worden sind.

Ein Handbuch

für

Techniker, Fabrikanten, Gelehrte etc.

von

Dr. Christian Heinzerling.

Mit 104 in den Text eingedruckten Holzstichen und einem Situationsplan.

(Zugleich als zweite Abtheilung der vierten Gruppe des sechsten Bandes von Bolley-Birnbaum's Handbuch der chemischen Technologie.)

Braunschweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.
1883.

Vorwort.

Trotzdem die Kautschuk- und Guttaperchawaarenfabrikation in unserer heutigen Industrie eine große Rolle spielt, so existiren darüber nur wenige eingehend wissenschaftliche Beschreibungen. Der Grund, warum gerade diese Industriezweige so wenig literarisch bearbeitet worden sind, ist darin zu suchen, daß die Fabrikationsmethoden bis auf den heutigen Tag so viel als möglich geheim gehalten wurden. So werden noch heute von Fabrikanten Sachen als Geheimnisse betrachtet, die in technisch gebildeten Kreisen längst keine Geheimnisse mehr sind.

Seine frühere praktische Thätigkeit in einer Gummiwaarenfabrik ermöglichte dem Verfasser, eine praktische und wissenschaftliche Beschreibung dieser Industriezweige zu geben.

Bei der Darstellung haben wir folgenden Gang eingehalten:

Zuerst sind die bei der Fabrikation zur Verwendung kommenden Rohmaterialien, ihr Vorkommen und ihre Gewinnung; dann die Verarbeitung des Kautschuks, die Herstellung der verschiedenen Kautschukwaaren und die Bearbeitung der Guttapercha besprochen worden. Besondere Berücksichtigung hat die Wiederverwerthung der Kautschuk- und Guttaperchaabfälle, sowie die Untersuchung der Roh- und fertigen Producte gefunden.

Anschließend hieran ist dann noch die Celluloïdfabrikation, die erst neueren Datums ist, sowie die Herstellung wasserdichter Gewebe kurz besprochen worden.

Manipulationen und praktische Ausführungen sind nur so weit beschrieben worden, als es für das Verständniß nothwendig ist. Dagegen ist der theoretische Vorgang bei den verschiedenen Fabrikationsmethoden so viel als möglich erörtert worden.

München, April 1883.

Der Verfasser.

Inhaltsverzeichniß.

Einleitung.

Obgleich die Kautschuk- und Guttapercha-Industrie zu den jüngsten Zweigen der Technik gehört, so hat sie doch innerhalb der letzten funfzig Jahre eine solche Bedeutung und Ausdehnung erlangt, daß ihr heute ein hervorragender Platz unter den verschiedenen Branchen der Technik nicht versagt werden kann.

Die erste geschichtliche Erwähnung des Kautschuks findet sich bei dem Spanier Antonio Herrera (geb. 1549 zu Cuellar, gest. zu Madrid 1625), der in einer Beschreibung von Columbus' zweiter Reise erzählt, daß die Eingeborenen auf Haïti ein Spiel mit Bällen trieben, welch' letztere aus dem eingetrockneten Safte einer Pflanze hergestellt waren.

Nach ihm erwähnt Juan de Torquemada in seinem Buch De la monarquia indiana (Madrid 1615) die Verwendung von elastischen Bällen und nennt die Pflanze, welche die Masse zur Herstellung dieser Bälle lieferte, Ulequahitl oder Ulebaum, eine Bezeichnung, welche heute noch bei den Eingeborenen in Mexico für Castilloa elastica und Castilloa Markhamiana gebräuchlich ist.

Anfang des vorigen Jahrhunderts wurde das damals völlig unbekannte Kautschuk zuerst nach England gebracht und bildete lange Zeit einen Gegenstand unbefriedigter Neugierde, über dessen Herkunft man nicht einmal eine sichere Mittheilung hatte.

Als Rarität wurde die Unze mit einer Guinee bezahlt.

Der berühmte französische Gelehrte de la Condamine, derselbe, dem wir auch die Entdeckung des Chinabaumes zu verdanken haben, überreichte bei Rückkehr nach einem längeren Aufenthalt in Südamerika 1736 der Pariser Akademie eine Abhandlung, worin nachgewiesen wurde, daß das Kautschuk der eingetrocknete Milchsaft eines in Brasilien heimischen Baumes sei.

Der Ingenieur Fresneau fand 1751 einen kautschukliefernden Baum in Cajenne und machte die ersten genaueren Mittheilungen über das Verfahren, welches die Indianer bei Gewinnung des Kautschuks verfolgen.

Der Botaniker Fuset Aublet beschrieb in seiner Flora von Guyana die Hevea Guyanensis und James Howison, ein Arzt auf der Prince-of-

Wales-Insel, beschrieb zuerst unter der Bezeichnung: „an elastic gum wine“ diejenige Species, welche später von Roxburgh „Urceola elastica“ genannt wurde.

Dr. W. Roxburgh, ein Schotte, entdeckte zuerst in den Wäldern des Brahmaputra in Assam die Ficus elastica.

Der Erste, welcher auf eine Verwendung des Kautschuks aufmerksam machte, war der berühmte englische Chemiker Priestley (1770), der es zum Auslöschen von Bleistiftstrichen empfahl. Bis zu dem Jahr 1820 blieb dies fast die einzige Verwendung; nur zuweilen wurde es von Chemikern zum Verdichten von chemischen Apparaten, zur Herstellung von luftdichten Verbindungen &c. verwandt.

Erst mit der näheren Kenntniß der chemischen Eigenschaften des Kautschuks kam man zu der Einsicht, daß dasselbe vermöge seiner außerordentlichen Elasticität sowie Indifferenz gegen Säuren, Alkalien und Lösungsmittel sich zu mannigfaltigen Zwecken eigne. Anfangs standen der industriellen Verwerthung die schwierige Bearbeitung des Rohmaterials, dem man bis dahin nur durch umständliches Beschneiden und höchst unvollkommene Methoden der Auflösung sehr schwierig bestimmte Formen geben konnte, hindernd im Wege.

Später lernte man diesen Uebelstand beseitigen, indem man gegen Ende des Jahres 1836 die wichtige Entdeckung machte, daß kleingeschnittenes oder zerrissenes Kautschuk sich durch gewaltsames Kneten bei mäßiger Wärme zu großen, dicken Klumpen vereinigen läßt, dabei für einige Zeit seine Elasticität vollständig verliert und in diesem Zustand in beliebige Formen gebracht werden kann.

Noch aber litten die Kautschukwaaren an einem höchst unangenehmen Uebelstand, nämlich: die Veränderlichkeit ihrer Elasticität. Bei gewöhnlicher Temperatur zeigte sich das natürliche Kautschuk sehr elastisch, so daß ein Faden auf die fünf- bis sechsfache Länge ausgezogen werden konnte und beim Loslassen wieder auf seine ursprüngliche Größe zurückging; in der Kälte jedoch verlor er seine Elasticität, wurde hart und spröde; bei großer Sommerhitze wurde er klebrig und weniger elastisch.

Von höchster Bedeutung für die Entwickelung der Kautschukindustrie war deshalb die Entdeckung des sogenannten Vulcanisirens des Kautschuks.

Durch die Vulcanisirung wurde das vorhin erwähnte Verhalten des Kautschuks (bei niederer Temperatur seine Elasticität zu verlieren und spröde zu sein, bei höherer Temperatur klebrig zu werden) verändert.

Das vulcanisirte Kautschuk behält bei niederer sowie bei höherer (nicht über 120° C. steigender) Temperatur seine Elasticität und ist gegen chemische Agentien bedeutend widerstandsfähiger als das andere.

Lüdersdorf beobachtete 1832 zuerst, daß Schwefel dem in Terpentin aufgelösten Kautschuk die Klebrigkeit benimmt.

Nach ihm versuchte ein Amerikaner Hayward die Klebrigkeit des Kautschuks durch Schwefel aufzuheben.

Aber erst dem Amerikaner Goodyear gelang es 1839, mit Schwefel die Vulcanisation des Kautschuks zu erreichen.

Zur Ausnutzung seiner Erfindung kaufte Goodyear das inzwischen von Hayward erworbene Patent für die Summe von 3000 Dollar und ließ sich dann 1844 sein eigenes vervollkommnetes Verfahren patentiren.

Thomas Hancock, der 1842 Proben vulcanisirten Kautschuks erhielt, entdeckte darin den Schwefel und suchte nun auf eigene Art und Weise eine Methode der Vulcanisirung ausfindig zu machen. Nach vielen mißglückten Versuchen gelang es ihm 1843 durch Eintauchen des Kautschuks in geschmolzenen Schwefel und späteres, kurzes Erhitzen auf 150° C. sein Ziel zu erreichen.

Hancock ließ sich fast zu gleicher Zeit wie Goodyear in Amerika im Mai 1844 sein Verfahren in England patentiren.

Keine Erfindung hat die Kautschukindustrie in der Weise gefördert als die der Vulcanisirung. Die nunmehr immer zahlreicher auftretenden Verwendungen des Kautschuks wurden noch bedeutend vermehrt, als es Goodyear 1852 gelang, durch länger fortgesetzte Behandlung mit Schwefel bei höherer Temperatur das Kautschuk in eine horn- oder fischbeinartige Masse (Hartgummi oder hornisirtes Gummi) überzuführen.

Den besten Beleg für die rapide Entwickelung der Kautschukindustrie liefern die Listen der Kautschukeinfuhr in dem britischen Reiche.

Es wurden dort eingeführt:

1842	2877	Centner
1850	7784	„
1860	43729	„
1862	60660	„
1865	72537	„

Die Gesammtproduction des Kautschuks 1865 [1]) wurde nach den Rapports du jury international de l'exposition universelle 1877 à Paris durch folgende Zahlen dargestellt:

Brasilien	75460	Centner
Indien	45000	„
Central-Amerika	22500	„
Afrika	1500	„

Davon wurden nach Europa eingeführt im Ganzen: 87940 Centner.

England verarbeitete davon ungefähr . . .	54700	Ctr.
Frankreich „ „ „ . . .	12000	„
Deutschland „ „ „ . . .	21240	„

[1]) Desclabissac, Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen 1873, S. 242.

In England wurde an Rohkautschuk eingeführt:

Im Jahre	Centner	Pfd. Sterl.
1869	136 421	1 134 585
1870	152 118	1 597 528
1871	161 586	1 630 262
1872	157 148	1 762 866
1873	154 491	1 719 383

Nach Frankreich wurden an Rohkautschuk und Rohguttapercha eingeführt:

Im Jahre	Kilogramm	Im Werthe von Francs im Durchschnitt
1869	880 586	8,00
1870	815 382	8,00
1871	1 128 617	6,50

Nach Hamburg wurde nach den Angaben des handelsstatistischen Bureau eingeführt:

Im Jahre	Centner	Im Werthe von Mark
1871	20 919	4 033 620
1872	29 162	6 394 395
1873	22 869	4 648 110

Im Jahre 1873 stellte sich die Kautschukeinfuhr nach Hamburg bezüglich der Herkunft in folgender Weise:

Aus Großbritannien	15 662 Centner
Von der Westküste Afrikas	2 002 „
Aus den Niederlanden	1 243 „

Welche Wichtigkeit die Kautschukfabriken besitzen, mögen nachstehende Zahlen andeuten. Es wurden eingeführt:

An Kautschukschuhen:

1871	3355 Ctr.	im Werthe von	606 540 Mark
1872	3065 „	„ „	756 435 „
1873	3938 „	„ „	906 920 „

An anderen Kautschukwaaren:

1871	10 438 Ctr.	im Werthe von	3 622 725 Mark
1872	14 503 „	„ „	5 704 635 „
1873	16 670 „	„ „	6 590 310 „

Wir geben im Nachfolgenden eine Beschreibung der Kautschuk- und Guttaperchawaarenfabrikation und werden dabei folgenden Gang einschlagen:

1. Vorkommen und Gewinnung des Kautschuks.
2. Chemische Eigenschaften und Zusammensetzung des rohen Kautschuks.
3. Vorkommen und Gewinnung der Guttapercha.
4. Chemische und physikalische Eigenschaften und Zusammensetzung der Guttapercha.
5. Beschreibung von Balata, Coorongonit und Surrogate für Kautschuk und Guttapercha.
6. Beschreibung der bei der Kautschukfabrikation zur Verwendung kommenden Rohmaterialien.
7. Die Verarbeitung des Kautschuks.
8. Das Vulcanisiren.
9. Die Herstellung und Verwendung der verschiedenen Gegenstände aus weichem Kautschuk.
10. Die Patentgummiwaarenfabrikation.
11. Die Fabrikation der kautschukirten Gewebe.
12. Darstellung der Kautschukfirnisse und Lösungen.
13. Hartgummiwaarenfabrikation; hornisirtes Kautschuk.
14. Die Herstellung von Camptulikon, Kautschukleder, Balenit und Plastit.
15. Die Bearbeitung der Guttapercha.
16. Die Herstellung der Guttaperchaartikel.
17. Verwerthung der Guttaperchaabfälle.
18. Wiederverwerthung der Kautschukabfälle.
19. Untersuchungen der in der Kautschuk- und Guttaperchafabrikation vorkommenden Rohmaterialien und fertigen Producte.

Im Anschluß an diese Fabrikationen theilen wir dann noch mit:

20. Die Celluloïdfabrikation.
    a. Darstellung des Celluloïds,
    b. Eigenschaften „ „
    c. Darstellung der Gegenstände aus Celluloïd.
21. Herstellung der wasserdichten Gewebe.

Vorkommen und Gewinnung des Kautschuks.

Diejenigen Pflanzen, welche sich am vortheilhaftesten zur Gewinnung des Kautschuks eignen, gedeihen nur in Ländern, deren Temperatur sich zwischen 33 bis 42° C. bewegt und in welchen, da sie neben großer Hitze viel Feuchtigkeit bedürfen, eine Regenmenge von durchschnittlich 69 Zoll jährlich fällt.

Ihr Vorkommen erstreckt sich auf ganz Central- und den größten Theil von Südamerika, beinahe ganz Afrika, Arabien, beide Indien, den indischen Archipel und etwa die nördliche Hälfte von Australien.

Wenn auch die in den Tropen gedeihenden Pflanzen das in dem Handel vorkommende Kautschuk liefern, so weist doch auch unsere einheimische Flora Pflanzen auf, welche einen milchweißen oder gelblichen Saft besitzen, der beim Austrocknen Kautschuk liefert. Ja, nach Schleiden sollen alle milchsaftführenden Pflanzen Kautschuk enthalten. Zu den Pflanzen, welche Milchsaft liefern, gehören vor Allem verschiedene Wolfsmilcharten (Euphorbia cyparissias), Löwenzahn (Leontodon taraxacum), Mohn (Papaver somniferum), Schellkraut (Chelidonium majus).

In heißeren Gegenden finden sich solche Gewächse in zahlreichen Species, und während sie bei uns nur zu den kleineren Pflanzenformen zählen, gedeihen sie unter den üppigen Wachsthumsbedingungen der Tropen zu stattlichen Bäumen.

Die besonders kautschukreiche Milchsäfte liefernden Bäume gehören folgenden Pflanzenfamilien an:

1. den Artocarpeen (Brotfruchtbaum),
2. „ Apocyneen,
3. „ Euphorbiaceen.

In der Familie der Artocarpeen sind folgende Species wichtig:

Castilloa elastica, in Mexico vorkommend,
Cecropia pelata, in Südamerika vorkommend,
Ficus elastica, in Ostindien vorkommend,

und noch einige andere Fiscusarten.

Aus der Familie der Apocyneen sind namentlich: Urceola elastica Roxb. auf Borneo und Sumatra; Vahea gummifera Lam. auf Madagascar und Hancornia speciosa Gom. in Brasilien hervorzuheben.

Von den Euphorbiaceen sind besonders wichtig die Siphonia elastica Pers. (Hevea Guyanensis) in Südamerika und Siphonia lutea und Siphonia brevifolia, beide an dem oberen Rio-negro und an dem unteren Cassiaquari vorkommend.

Eine übersichtliche Darstellung der in verschiedenen Welttheilen vorkommenden kautschukliefernden Pflanzen entnehmen wir aus einem „Report on the Cautschouc of commerce, by James Collins", die wir nachfolgend mittheilen:

I. Amerika.

Para	Hevea Brasiliensis	Siphonia Brasiliensis
Maranhao	„ species	„ „
Pernambuco	Hancornia speciosa	—
Ceara	Hevea species	Siphonia
Französisch-Guyana	„ Guyanensis	„ elastica
Britisch- „	„ paucifolia	„ „
Venezuela	„ Brasiliensis	„ „
Columbia	Castilloa elastica	—
Ecuador	„ „	—
Peru	Castilloa elastica	—
	Hevea peruviana	—
Panama	Castilloa elastica	—
	„ Markhamiana	—
Costa Rica, Nicaragua, Salvador, Honduras, Guatemala, Mexico, Antillen und Bahamainseln	Castilloa elastica	—

II. Asien.

Sunda-Inseln:		
Java	Ficus elastica	Vahea gummifera
Borneo	Urseola elastica	
Singapore	Ficus species	—
Penang	Cynanchum ovalifol.	—
Siam	Ficus species	—
Assam	„ elastica	—
	„ laccifera	Ursostigma lacciferum Miq.

III. Afrika.

Madagascar	Vahea species	—
	Willughbeia edulis	—
	Ficus elastica	—
Comoren	Vaheae species	—
Ost-Afrika.		
Zanzibar, Mozambic, Zambesi	Landolphiae species	—
West-Afrika	Landolphiae species	—
	Ficus species	—
	Toxicophleae species	—

IV. Australien.

—	Ficus rubiginosa	—
—	„ marcophilla	—

Ueber das Vorkommen und die Gewinnung des Kautschuks in den einzelnen Ländern wollen wir noch Folgendes sagen:

Für Amerika sind die Hevea- oder Siphoniaarten und die Castilloa bei weitem die wichtigsten kautschukliefernden Pflanzen.

Die Hevea selbst ist ein mächtiger breit verästelter Baum; ihr Holz ist weich, wenig widerstandsfähig und vermodert bald, weshalb es zu Nutzholz nicht zu verwenden ist. Die Indianer nennen sie Caucho oder Cahuchu und wird davon auch der Name „Kautschuk" herzuleiten sein. Ihr Vorkommen erstreckt sich hauptsächlich auf das Amazonengebiet, Para, Rio Uaupes, Venezuela 2c. Die Castilloa kommt hauptsächlich am Rio negro, Neugranada, Peru, Nicaragua, Guatemala, Mexico, West-Indien 2c. vor.

Ueber die „Gewinnung" des Kautschuks berichtet im Geographical magazin [1]) Robert Croß, der eine Reise im Auftrage der indischen Regierung nach Para unternahm, um dort die Hevea elastica näher zu studiren, welche das „Parakautschuk" liefert.

Die Methode des Abzapfens beobachtete Croß am Ufer des Rio Guama, eines Flusses, der wohl dreimal so breit als die Themse bei London, doch auf keiner Karte ersichtlich ist. Hier waren wohl 100 Kautschuksammler beschäftigt; jeder hatte sein besonderes Gebiet.

Bei Beginn der Sammelzeit werden die Wege von Baum zu Baum gangbar gemacht und am Fuße jeden Baumes eine Anzahl kleiner Becher aus gebranntem Thon niedergelegt. In der Höhe von zwei Metern wird ein Einschnitt in den Baum gemacht und ein Becher mittelst etwas Lehm unterhalb des Einschnittes angeheftet. 10 bis 12 cm davon, aber in gleicher Höhe, wird ein zweiter Einschnitt gemacht, bis der Baum ringsum mit Einschnitten versehen ist. Am folgenden Morgen wird 15 bis 20 cm tiefer ein neuer Kreis von Einschnitten um den Baum gelegt und so fortgefahren, bis man den Boden erreicht, worauf man wieder von oben, in der Mitte zwischen den beiden ersten Kreisen von Neuem beginnt. Bei sehr saftreichen Bäumen wird das Abzapfen von oben und unten gleichzeitig begonnen.

Der Ertrag ist natürlich verschieden. Selten wird ein Becher, von denen circa dreißig ein Liter Inhalt fassen, bis zum Rande voll; der Sammler ist zufrieden, wenn der Becher bis zur Hälfte gefüllt ist. Der beste milchgebende Baum, den Croß beobachtete, hatte zwölf Reihen mit je sechs Einschnitten, die er sämmtlich in dem einen Sommer erhalten. In der trocknen Jahreszeit ist der ausfließende Saft wasserärmer und dadurch die Ausbeute an Kautschuk größer als in der feuchten. Während des Vollmonds soll, wie die Sammler behaupten, das Erträgniß am reichsten sein.

Am oberen Amazones und in der Provinz Ceara verfährt man beim Abzapfen etwas anders.

Die äußere Rinde wird sorgfältig gesäubert und um dieselbe entweder eine Rinne von Lehm oder eine Liane geschlungen und hierauf über derselben eine Anzahl Einschnitte in die Rinde gemacht. Der ausfließende Saft wird dann von der Rinne beziehungsweise Liane in eine Kalebasse (Kürbisflasche) geleitet.

---

[1]) Dingl. polyt. Journal Bd. 228, S. 380.

Die Methode des Einsammelns des Saftes, wie sie in Para befolgt wird, ist empfehlenswerther, weil bei der anderen Methode der Saft häufig mit fremden Substanzen gemischt wird. Die an dem Stamm zerstreut hängenden Tropfen werden ebenfalls in einem besonderen Gefäße gesammelt und liefern den geringer werthigen Saramby.

Der erbeutete Saft wird nun in Schuppen getragen, die am Ufer des Flusses stehen. Hier wird das Kautschuk weiter verarbeitet; nach Croß geschieht dies in folgender Weise: „Ueber einem Holzfeuer wird ein Krug, dessen Boden herausgenommen ist, aufgestellt und von oben Holz und Palmnüsse hineingeworfen, bis der Krug beinahe gefüllt ist. Ueber dem Krug werden an der Decke des Schuppens Formen aufgehangen, in welchen der Kautschuksaft eingetrocknet wird. Die Formen gleichen einer Schaufel und werden, um das Ankleben des Kautschuks zu verhüten, mit einer dünnen Lehmschicht überzogen. Zwei bis drei Becher voll Kautschuksaft werden über die eine Seite der Form gegossen, dann abtropfen gelassen; hierauf bewegt der Arbeiter die Form etwa 5 cm über dem Kruge, so daß alle Theile der Formfläche gleichmäßig von dem heißen Rauch getrocknet werden. Sofort nimmt die Milch einen gelblichen Schimmer an. Nun wird die andere Fläche der Form mit Kautschuk übergossen und in derselben Weise erhitzt. Es werden abwechselnd auf die eine und dann auf die andere Seite so viele Lagen von Kautschuk über einander gelegt, bis die Masse etwa 10 bis 12 cm dick ist; dann setzt man die Form bei Seite und läßt sie abkühlen. Tags darauf wird die Form herausgezogen und kann dann das Kautschuk, nachdem es noch einige Tage getrocknet wurde, zum Verkaufe gebracht werden.“ Croß bezweifelt nicht, daß man an Stelle dieser umständlichen Bearbeitungsweise das Kautschuk ebensogut zum Ausschwitzen des Wassers veranlassen könnte, wenn man die Milch in flachen Schüsseln einer gleichmäßigen Temperatur von 100° C. aussetzte.

So lange die Gewinnung des Kautschuks in sehr beschränktem Maße geschah und beinahe ausschließlich durch die Indianer vorgenommen wurde, war die Eintrocknungsmethode noch primitiver. Thonkugeln von der Größe eines Kindeskopfes wurden auf Stäbe gesteckt, mit der rahmartigen Masse, die sich aus dem Milchsafte abgeschieden hatte, überzogen und dieser Ueberzug an einem stark rauchenden Feuer getrocknet. Das Ueberziehen und Trocknen wurde so oft wiederholt, bis die Masse ungefähr 4 bis 5 cm dick war, dann die ganze Kugel in Wasser gelegt, bis die Thonmasse weich war, worauf man letztere daraus entfernte. Die Kautschukmasse erhielt dadurch die Form von hohlen Kugeln oder Flaschen. Auf dem Querschnitt zeigte die Kautschukmasse hellere und dunklere Streifen, welche durch die Einwirkung des Rauchs auf die verschiedenen Schichten hervorgebracht waren. An manchen anderen Orten wird das Kautschuk aus dem Milchsaft gewonnen, indem man den letzteren mit dem gleichen Theile Wasser verdünnt, wodurch sich das Kautschuk nachher rascher abscheidet. Die rahmartige Masse wird durch mechanische Bearbeitung, Kneten und Auswalzen von der noch anhaftenden Flüssigkeit zu trennen gesucht.

Die Arbeit des Knetens wird so lange fortgesetzt, bis man eine Masse erhält, die sich in Scheiben auswalzen läßt, und welch' letztere dann an der Luft getrocknet werden.

In San Salvador verfährt man bei der Abscheidung und Trocknung in folgender Weise:

Der rohe Kautschuksaft wird mit dem doppelten Gewichte Wasser versetzt, 24 Stunden stehen gelassen, wobei das Kautschuk als rahmartige Schicht obenauf kommt. Das untenstehende Wasser wird abgezapft und durch frisches ersetzt, was so lange fortgesetzt wird, bis das anfangs bräunliche, schmutzige Wasser klar abläuft. Dann wird auf etwa 50 kg des rohen Saftes eine Auflösung von 30 g Alaun in Wasser zugesetzt; das Kautschuk scheidet sich ab, wird geknetet und getrocknet.

In Centralamerika besonders in der Republik Nicaragua gewinnt man das Kautschuk aus der Castilloa elastica in folgender Weise:

Die Sammler oder „Huleros“ machen mit einem scharfen Messer oder einer Axt entweder einen langen Verticalschnitt oder einen Spiralschnitt von oben nach unten um den ganzen Baum. Am Fuße des Stammes wird eine Rinne angebracht, durch welche die ausfließende Milch in eiserne Tröge geleitet wird.

Der erhaltene Saft wird, um ihn von etwaigen fremden Körpern zu reinigen, durch Siebe in Fässer gegossen.

Um die Abscheidung des Kautschuks aus dem Milchsafte zu beschleunigen, wird derselbe mit dem Safte einer in dortiger Gegend wachsenden Schlingpflanze, welche die Huleros Acheté-[1]) oder Caossa-[2]) Pflanze nennen, versetzt. Auf eine Gallone (= 4,543 L) Kautschukmilch wird $^1/_2$ L des wässerigen Auszugs dieser Pflanze zugesetzt. Das Kautschuk scheidet sich als eine weiche bräunliche Masse, die nach frischem Käse riecht, ab. Die Masse wird zunächst mit den Händen geknetet, dann auf einem Brett mit einem Nudelholz, bisweilen mit eisernen Walzen zu einem Kuchen ausgerollt. Eine Gallone Milch giebt meistens einen Kuchen, der getrocknet 2 Pfd. wiegt und Tortilla genannt wird. Die einzelnen Kuchen werden nach dem Pressen und Ausrollen an der Luft zum Trocknen aufgehangen. Ist die Achetée-Pflanze nicht zu haben, so wird die Masse mit dem doppelten Quantum Wasser versetzt, die Mischung 24 Stunden der Ruhe überlassen, das Wasser durch Abzapfen entfernt und die zurückbleibende rahmartige Masse in Gruben eintrocknen gelassen. Der auf diese Weise gewonnene Rückstand wird gepreßt und heißen die so hergestellten Kuchen „Torta“ oder Merós.

In Ostindien macht man in die Rinde der Bäume in Abständen von je 25 cm bis zum Gipfel hinauf Einschnitte. Den aus den oberen Einschnitten austretenden Saft läßt man am Baume selbst trocknen, während man den aus den unteren Einschnitten ausfließenden Saft in muldenförmigen Erdvertiefungen oder auch in einer Art von Trichtern, die aus den Blättern des Ficus gemacht werden, sammelt.

Beim Anschneiden wird nicht allein die Rinde, sondern auch gleichzeitig das Holz mit angeschnitten, und dadurch die Lebenskraft des Baumes oft sehr gefährdet.

---

[1]) Nach Anderen soll der Name auch Achuca heißen. — [2]) Nach Dr. Seemann ist die Pflanze eine Apocynee, die derselbe: Spomoea bona nox nennt.

Um der Ausrottung dieser so nützlichen Pflanzen vorzubeugen sind deshalb Stimmen laut geworden, welche die Ausnutzung der Ficus elastica einer staatlichen Controle unterworfen haben wollen. — Durch eine rührige Agitation ist es auch gelungen, die Behörden dafür zu interessiren und wird seit 1874 die Ficus elastica am rechten Ufer des Culfiflusses und am Fuße des Hymalaia forstlich cultivirt.

Um aus dem Milchsaft das Kautschuk abzuscheiden, gießt man die Milch in kochendes Wasser und rührt so lange, bis sich das Kautschuk als feste, nicht klebrige Masse abscheidet. Dieselbe wird mit Gabeln herausgenommen, gekocht, gepreßt und schließlich getrocknet.

Wird das Kautschuk zu lange der Einwirkung der Sonne ausgesetzt, so erleidet es Zersetzungen und wird nicht selten klebrig.

An der Westküste von Afrika wird hauptsächlich aus den Laudolphiaearten das Kautschuk gewonnen.

Dr. Wellwitsch berichtet über die Gewinnung Folgendes:

Nachdem die Eingeborenen die Rinde der Pflanze an einer Stelle angeschnitten haben, stemmen sie die Hand gegen die Wunde und lassen die Milch über den nackten Arm auslaufen. Dieses Verfahren wiederholen sie so lange, bis der Arm ganz mit dickflüssiger Milch überzogen ist. Hierauf wird von oben nach unten die klebrige Masse vom Arme abgelöst und zu einem kranzförmigen Klumpen geformt.

In anderen Gegenden wird die Milch entweder in Mulden, die in der Erde sich befinden, oder in Blättern, die gefäßartig gebogen sind, gesammelt. Der Saft wird an der Luft eintrocknen gelassen.

Manchmal erleidet es auch, wie das ostindische Kautschuk, bei zu starkem Trocknen an der Sonne Zersetzungen, die es schmierig machen.

Das afrikanische Kautschuk kommt in Form von Lappen (Flako), Tongues und runden Bällen in den Handel.

In Folge von darin vorgegangenen Zersetzungen organischer Körper hat es meistens einen eigenthümlichen Geruch und ist oft klebrig und wenig elastisch.

Wesentlich verschieden von dem an der Westküste von Afrika ist das auf Madagascar aus den Vehea-Arten gewonnene Kautschuk. Es wird hoch geschätzt und reiht sich in Bezug auf Qualität an den Paragummi.

Die Gewinnung und Abscheidung ist ähnlich wie in Ostindien.

Die Kautschukproduction in Australien hat noch keine große Entwickelung erlangt; dort werden hauptsächlich zwei Ficusarten:

1. Ficus rubiginosa und
2. Ficus marcophilla

zur Kautschukgewinnung benutzt.

Ueber die dortige Gewinnung des Kautschuks sowie über die Methode der Abscheidung desselben ist nichts Näheres bekannt.

Wir geben in Nachfolgendem eine tabellarische Uebersicht aller zur Kautschukgewinnung benutzten Pflanzen, sowie deren Vorkommen und allgemeinen Charakter.

Die Tabelle ist einem kleinen Werke über Kautschukfabrikation von Franz Clouth entnommen.

Uebersicht der Kautschuk (Gummi) liefernden Pflanzen nach Familien geordnet.

I. Euphorbiaceen.

Species	Synonyma	Vorkommen	Bemerkungen
1. Hevea Spruceana, Müll.	Siphonia spruceana, Benth.	Provinz Para.	Ihr Stamm ist kleiner als derjenige der H. braciliensis. Kautschuk wird von ihr gesammelt am Amazon um die Mündung des Tapajoz.
3. Hevea discolor, Müll.	Siphonia discolor, Benth. Micrandra teruata (?). — Einheimisch: Seringa de Gassó.	Alto-Amazonas, in den Gapós am Rio Negro, am Rio Uaupes.	Der Stamm erreicht eine Höhe von 25 Fuß. Die Aeste stehen horizontal und breiten sich oft weit aus. Die Milch fließt spärlich und ist getrocknet wenig elastisch.
3. Hevea paucifolia, Müll.	Siphonia paucifolia, Spruc., Benth.	In felsigen Lagen (Caatingas), am Rio Uaupes, auch in Britisch Guyana	Mächtiger Stamm, 40 bis 50 Fuß hoch, liefert einen sehr milchigen Fluß.
4. Hevea rigidifolia, Müll.	Siphonia rigidifolia, Spruc., Benth.	In den Caatingas am Rio Uaupes.	Milchiger Stamm bis zu 30 Fuß Höhe.
5. Hevea Benthamiana, Müll.		Rio Uaupes.	
6. Hevea Braciliensis, Müll.	Siphonia Braciliensis, Willd. Siphonia Kunthiana.	Provinz Para und in Venezuela.	Großer mächtiger Baum, von unten auf verästet; bis zu 60 Fuß hoch, liefert das beste und am meisten ausgeführte Kautschuk.

Species	Synonyma	Vorkommen	Bemerkungen
7. Hevea lutea, Müll.	Siphonia lutea, Spruc. Benth. Siphonia apiculata, Spruc. Siphonia brevifolia, Spruc. Einheimisch: „Long-leaved Seringa“ und „Short-leaved Seringa“ (langblätterige und kurzblätterige) S.	Am Rio Uaupes, auch am Casiquiari, einem Nebenflusse des Uaupes, der durch diesen und den Rio Negro den Amazon mit dem Orinoco verbindet.	Stamm bis 70 Fuß hoch; ergiebige Milch, doch nicht sowie die H. Braciliensis, auf die Hand oder auf Stoff gestrichen, wird sie schnell schwarz und bringt auf Leinen unlösbare Flecken hervor. Getrocknet, sehr elastisch und zäh. Die S. apiculata, gerader, schlanker, nicht sehr dicker Stamm, mit glatter, dünner Rinde und gelben, wohlriechenden Blüthen. S. brevifolia giebt weniger Milch. Bei San Carlo wurde nach Dr. Spruce ein Stamm von 100 Fuß Höhe angeschnitten.
Ganz synonym, abgesehen von den schon im Namen gekennzeichneten Verschiedenheiten unter sich, scheinen die S. lutea und S. apiculata und S. brevifolia nicht zu sein, wohl aber können sie nach der Bestimmung Müller's in H. lutea zusammengefaßt werden.			
8. Hevea Guyanensis, Aubl.	Jatropha elastica, Siphonia elastica, Fuss. S. Guyanensis, Willd. S. Cahuchu. Einheimisch: Siringa, Heve, Cautchouc.	Französisch-Guyana; am Rio Negro.	Stamm 50 bis 60 Fuß hoch, 2 bis $2^1/_2$ Fuß im Durchmesser; die Rinde von graulicher Farbe und nicht dick; das Holz ist weiß und leicht.

II. Artocarpeen.

Species	Synonyma	Vorkommen	Bemerkungen
1. Castilloa elastica, Cerv.	Einheimisch: Ule, Ulequahuitl, Uli, Hule, Arbol del Ulé, Jebe, Tassa.	Neugranada, Ecuador, Peru, Panama, Costa-Rica, Nicaragua, Honduras, Guatemala, Mexico, West-Indien.	Stamm wird 6 bis 8 Fuß im Umfang. Die Rinde ist glatt. Zweige und Blätter wechselständig; Blätter $1\frac{1}{2}$ Fuß lang, 7 Zoll breit, auf beiden Seiten behaart, erscheinen bei flüchtigem Ansehen gezähnt, besonders die jüngeren, in Wirklichkeit aber wird diese Zähnung durch die Haarbüschel verursacht, die seitlich über den Blattrand vorstehen.
2. Castilloa Markhamiana, Coll.	Einheimisch: Ule-Ule.	Panama.	Sie unterscheidet sich nur sehr unwesentlich von der C. elastica. Blätter wechselständig, gestielt, länglich-oval, in eine schmale schlanke Spitze auslaufend, der Rand gesägt, besonders ausgeprägt bei jüngeren Exemplaren, die obere Fläche glatt, die untere gerippt und mit festen Haaren besetzt. Die Stiele ebenfalls mit drei Linien langen Haaren bedeckt. Das Blatt ist 13 Zoll lang und annähernd 7 Zoll breit.
3. Ficus elastica, Roxb.	Einheimisch: Kusnir, Kasmeer } Bengalen, Pohon Karet, Kohlehlet } Java.	Assam, Java und wahrscheinlich auch auf anderen malayischen Inseln.	Der bei uns bekannte Gummibaum.
4. Ficus rubiginosa, Roxb.	—	Australien.	—
5. Ficus marcrophylla, Roxb.	—	Australien.	—
5. Urostigma lacciferum, Miq.	Ficus laccifera, Roxb.	Assam, Java, Ceylon.	—

III. Apocyneen.

Species	Synonyma	Vorkommen	Bemerkungen
1. Hancornia speciosa, Müll. Varianten: H. minor, H. Maximiliana, H. Lundii, H. gardneri, H. pubescens.	Einheimisch: Mangaiba, Mangabiba, Mangaiba.	Bahia, Goyaz, Pernambuco, Sao Paulo, Rio Janeiro, Sergipe, Minas geraes etc.	—
2. Urceola elastica, Roxb.	Vahea gummifera, Poiret, Tabernaemontana elastica, Spreng. ——— Einheimisch: „Gutta-susu“.	Borneo, Singapore, Sumatra, Penang ꝛc.	—
3. Willughbeia edulis, Roxb.	—	Chittagong und Silhet in Bengalen, Java, Madagascar und Mauritius.	In Java neuerdings cultivirt.
4. Willughbeia Martabanica, Wall.	—	Chittagong und Martaban in Hinter-Indien.	—

Species	Synonyma	Vorkommen	Bemerkungen
5. Willughbeia Javanica, Blum.	—	Java.	—
6. Willughbeia coriacea, Wall.	—	Singapore.	—
7. Vahea gummifera, Lamb.	Tabernae montana squamosa, Spreng.	Madagascar.	—
8. Vehea Madagascariensis	Faterna elastica, Sieb. Einheimisch: „Youa-Héré“.	Madagascar und Mauritius.	—
9. Vahea Comorensis	Einheimisch: „Vaughiana“.	Auf den Comoren, besonders Johanna.	—
10. Vahea Senegalensis	Einheimisch: „Anjouan“.	Senegambien an der Westküste von Afrika.	—
11. Landolphia Owariensis, Pal de Beauv.	Paederia Owariensis, Spreng. Einheimisch: „Licomque“.	Küste von West-Afrika.	—
12. Landolphia Heudelotii	—	Senegal.	—
13. Landolphia Florida, Benth.	Einheimisch: „Aboh“.	Angolo.	—

Die verschiedenen Handelssorten des Kautschuks.

Die diversen im Handel vorkommenden Kautschuke zeigen hinsichtlich der Qualität wie auch des Preises erhebliche Unterschiede. Die verschiedenartige Abstammung und Gewinnung des Kautschuks bedingt ebenso eine große Differenz in den Qualitäten.

Je nach der Herkunft des Productes unterscheidet man gewöhnlich folgende Hauptsorten, die selbst wieder in zahlreiche Unterabtheilungen zerfallen:

1. Amerikanisches Kautschuk
2. Ostindisches „
3. Afrikanisches „

Bei dem amerikanischen Kautschuk unterscheidet man noch folgende einzelne Sorten:

Para fine,
Ceara Scraps,
Carthagena,
Guayaquil, feucht,
„ gepreßt,
Peru,
Rio Janeiro,
West-Indien.

Das Para-Kautschuk aus Brasilien kommt in folgenden verschiedenen Formen im Handel vor:

a. in kugeligen Flaschen von circa 15 cm äußerem und etwa 2 bis 5 cm innerem Durchmesser; es ist außen dunkel, innen meist etwas heller, in dünnen Schichten durchscheinend. Gewöhnlich ist es rein, enthält aber zuweilen fremde Stoffe (Sand u. s. w.), die beim Trocknen in betrügerischer Absicht zugesetzt wurden. Sein specif. Gewicht ist nach Adriano 0,945 bei 20° C.;

b. in runden Scheiben von 5 cm Dicke und 20 cm Durchmesser, die durch Zusammendrücken von aufgeschnittenen Kugeln hergestellt sind. Es ist dem ersten ganz gleich;

c. Speckgummi, in großen 5 bis 8 cm dicken Tafeln, die durch Eintrocknen des Saftes in Gruben, oder wahrscheinlicher durch Aufschneiden von großen Flaschen erhalten werden. Es ist außen rauh, fast schwarz, innen weiß, vollständig undurchsichtig, porös und riecht meist unangenehm;

d. Negroheads, rundliche Blöcke verschiedener Größe; dieselben sind geringer in Qualität als die vorhergehenden Sorten.

Wir geben hier eine tabellarische Uebersicht über die Ausfuhr von Para-Kautschuk.

Para exportirte

				Davon direct oder indirect nach Liverpool	
1857	überhaupt	1 670	Tons		
1858	„	1 660	„		
1859	„	2 155	„		
1860	„	2 295	„		
1861	„	2 110	Tons	1 488	Tons
1862	„	2 475	„	1 275	„
1863	„	2 890	„	1 497	„
1864	„	3 495	„	1 520	„
1865	„	3 695	„	1 890	„
1866	„	4 160	„	1 880	„
1867	„	4 300	„	1 968	„
1868	„	4 785	„	2 955	„
1869	„	5 211	„	1 925	„
1870	„	4 725	„	2 875	„
1871	„	5 650	„	3 795	„
1872	„	5 050	„	3 235	„
1873	„	6 330	„	3 345	„
1874	„	6 400	„	2 815	„
1875	„	6 800	„	4 435	„
1876	„	6 540	„	3 830	„
1877	„	7 340	„	3 955	„
1861/1877 . .	überhaupt	89 736	Tons . . .	44 683	Tons.

Ceara-Scraps, bildet schmale bandförmige Streifen von röthlich brauner Farbe, die auf dicke Knäuel gerollt werden, da sie leicht auseinander fallen. Es wird durch Eintrocknenlassen des Saftes an den angeschnittenen Stämmen gewonnen, gleicht in seinen Eigenschaften dem Paragummi und wird auch gut bezahlt.

Carthagena. Das aus der Castilloa elastica gewonnene Kautschuk heißt: Carthagena-Kautschuk, und kommt im Handel in drei Zoll dicken Platten vor. Es ist schwarz von Farbe, zuweilen etwas klebrig, jedoch von geschätzter Qualität.

Der Guayaquil-Gummi wird in Ecuador gewonnen. Die besseren Sorten haben eine grauweiße Farbe; die geringeren sind häufig porös und die Poren mit einer übelriechenden schwarzen Flüssigkeit gefüllt, die beim Schneiden das Messer anlaufen läßt.

Peru-Gummi kommt nur sehr wenig im Handel vor.

West-Indien-Gummi kommt sowohl in Stücken, als in Platten vor; derselbe wird nicht in West-Indien, sondern auf der Halbinsel Yukatan in Central-Amerika gesammelt und ist im Handel geschätzt.

Guatemala-Gummi, das geringste der amerikanischen Kautschuke, ist sehr klebrig, theerig, von üblem Geruch und porös. Der in den Poren ent-

haltene Saft soll sehr gesundheitsschädlich sein und ist deshalb die Verarbeitung dieser Kautschuksorte in Deutschland nicht gestattet.

Die Preise der verschiedenen amerikanischen Kautschuksorten stellten sich im Mai des Jahres 1876 wie folgt:

Para fine	2	sh.	$2^{1}/_{2}$	p.	bis	2	sh.	3	p.
Negro heads	1	„	$6^{1}/_{4}$	„	„	1	„	$7^{1}/_{2}$	„
Ceara Scraps	1	„	$6^{1}/_{2}$	„	„	1	„	7	„
Carthagena	1	„	$8^{1}/_{2}$	„	„	—	„	—	„
Guayaquil, feucht . . .	1	„	$3^{1}/_{2}$	„	„	—	„	—	„
„ gepreßt . . .	1	„	9	„	„	—	„	—	„
Peru	—	„	—	„	„	—	„	—	„
Rio Janeiro	—	„	—	„	„	—	„	—	„
West-Indien, Platten . .	1	„	$9^{1}/_{4}$	„	„	1	„	$10^{3}/_{4}$	„
„ „ Scraps . .	1	„	$8^{1}/_{2}$	„	„	1	„	9	„

per Pfund englisch.

Das *ostindische Kautschuk* kommt unter folgenden Marken im Handel vor:

Assam,
Borneo,
Singapore,
Rangoon.

Das *Assam-Kautschuk* hat im Schnitt ein marmorirtes Aussehen von Fleischfarbe bis zu dunkelem Roth. Aeußerlich ist es meistens von einem dünnen grauweißen Häutchen überzogen. Dieses rührt von einem Leimwasserbade her, in welches die fertigen Blöcke vor dem Trocknen getaucht werden. Im Handel kommt es zuweilen rein ohne irgend welche Beimischung, zuweilen aber auch bis zu 35 Proc. mit Sand, Lehm u. s. w. vermischt vor. Das Assam-Kautschuk wird hauptsächlich aus der Ficus elastica gewonnen.

Das *Borneo-Kautschuk* wird auf Borneo, Sumatra und anderen malayischen Inseln aus der Urceola elastica gewonnen.

Es ist weich, weiß, porös und schwammig, meistens naß, die Poren mit Salzwasser (da es häufig aus dem Milchsafte durch Salz abgeschieden wird) gefüllt. Nicht selten finden sich Salzkrystalle darin; bei Aelterwerden färbt es sich dunkel mit ins Röthliche spielendem Ton.

Das *Singapore-Kautschuk* wird aus Ficus elastica auf mehreren Inseln des Indischen Archipels, namentlich Singapore, Sumatra, Java und Manilla gewonnen, und kommt vorzugsweise über Singapore in den Handel; in Qualität gleicht es dem Assam-Kautschuk.

Das *Rangoon-Kautschuk*. Dieses Kautschuk wird aus einigen Schlinggewächsen, die zu den Apocyneen gehören (namentlich ist dies nach *Markham* die Chavannesia esculenta), sowie aus einigen Willughbeiaarten gewonnen. Es kommt seit 1875 von der Stadt Rangoon aus nach Europa in den Handel.

Die Preise der asiatischen Marken stellten sich im Mai des Jahres 1876 wie folgt:

Assam	—	sh.	1	p.	bis 1	sh.	6	p.
Borneo	1	„	3	„	„ 1	„	4	„
Singapore	1	„	8	„	„ —	„	—	„
Rangoon	1	„	5	„	„ —	„	—	„

per Pfund englisch.

Das afrikanische Kautschuk kommt im Handel unter folgenden verschiedenen Namen vor:

Kugeln,
Zungen,
Klumpen,
Niggers,
Mixed,
Thimbles,
Mozambic,
Madagascar { black, pinky.

Das an der Westküste von Afrika gewonnene Kautschuk stammt meistens aus Laudolphiaearten. In Folge mangelhafter Zubereitung hat es den unangenehmen Geruch und ist oft sehr klebrig. Je nach der Form, in der es vorkommt, giebt man ihm die oben aufgeführten Bezeichnungen.

Die namhaftesten Ausfuhrbezirke sind an der Westküste: Gabon; im südlichen Oberguinea: Congo; in Unterguinea: Angola und Benguela; an der Ostküste: Quillimane an der Mündung des Zambese in den Kanal von Mozambic.

Das von der Insel Madagascar exportirte Kautschuk wird aus Veheaarten gewonnen. Es ist im Handel sehr geschätzt und es stellt sich sein Preis fast dem des Para-Kautschuks gleich.

Die Preise der afrikanischen Marken waren im Mai 1876 folgende:

Kugeln	1	sh.	$5^1/_2$	p.	bis 1	sh.	$6^1/_2$	p.
Zungen	1	„	3	„	„ 1	„	4	„
Klumpen	—	„	10	„	„ —	„	$10^1/_2$	„
Niggers	1	„	9	„	„ 1	„	$10^1/_4$	„
Mixed	1	„	—	„	„ 1	„	2	„
Thimbles	1	„	9	„	„ 1	„	$10^1/_4$	„
Mozambic	1	„	7	„	„ —	„	—	„
Madagascar black	1	„	$4^1/_2$	„	„ 1	„	$9^1/_2$	„
Madagascar pinky	—	„	—	„	„ —	„	—	„

per Pfund englisch.

Ueber die Preisschwankungen des Rohkautschuks findet sich in Dingler's polytechnischem Journal Bd. 235 Seite 70 noch folgende interessante Zusammenstellung:

Jahr	Para	Negro head	Vorrath
1861 . .	1 sh. 7 p. bis 1 sh. 9 p.	— sh. 10 p. bis — sh. 10,75 p.	385 t
1862 . .	2 „ 1 „ „ 2 „ — „	1 „ 1 „ „ 1 „ 3 „	318 „
1863 . .	1 „ 10,5 „ „ 1 „ 11 „	1 „ 2,5 „ „ 1 „ 1,3 „	525 „
1864 . .	1 „ 7 „ „ 1 „ 8 „	1 „ 1,25 „ „ 1 „ 1,5 „	455 „
1865 . .	2 „ — „ „ 2 „ 7 „	1 „ 7 „ „ 1 „ 10 „	40 „
1866 . .	1 „ 10 „ „ 2 „ — „	1 „ 6 „ „ 1 „ 7,5 „	215 „
1867 . .	2 „ — „ „ 2 „ 1 „	1 „ 4 „ „ 1 „ 5,5 „	10 „
1868 . .	2 „ 4 „ „ 2 „ 6 „	1 „ 2,75 „ „ 1 „ 4,5 „	195 „
1869 . .	3 „ 3 „ „ 3 „ 5 „	1 „ 4,5 „ „ 1 „ 5 „	10 „
1870 . .	2 „ 10,5 „ „ 2 „ 11 „	2 „ 1 „ „ 2 „ 2 „	235 „
1871 . .	2 „ 8 „ „ 2 „ 8,5 „	2 „ — „ „ — „ — „	625 „
1872 . .	2 „ 6,5 „ „ 2 „ 8,5 „	1 „ 11 „ „ 2 „ — „	510 „
1873 . .	2 „ 5 „ „ 2 „ 6 „	1 „ 9 „ „ 1 „ 10 „	1005 „
1874 . .	2 „ 3 „ „ 2 „ 4,25 „	1 „ 6 „ „ 1 „ 6,5 „	650 „
1875 . .	2 „ 1,25 „ „ 2 „ 2 „	1 „ 6 „ „ 1 „ 7 „	870 „
1876 . .	2 „ 2 „ „ 2 „ 2,75 „	1 „ 6,5 „ „ 1 „ 7 „	700 „
1877 . .	2 „ — „ „ 2 „ 1,5 „	1 „ 5 „ „ 1 „ 5,5 „	615 „
1878 . .	2 „ — „ „ 2 „ 0,5 „	1 „ 5,75 „ „ 1 „ 6 „	500 „
1879 . .	3 „ 11 „ „ 4 „ — „	3 „ — „ „ 3 „ 2 „	200 „

Per 1 Pfund englisch.

Ganz besonders auffallend aber ist die Preissteigerung im November 1879 gewesen, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Monat	Para	Negro head	Mozambic	Zungen
1. Jan.	24 p. bis 24,5 p.	17,5 p. bis 17,75 p.	17 p. bis 17,5 p.	13 p. bis 13,5 p.
1. April	24,5 „ „ 25 „	16,75 „ „ 17 „	17 „ „ 17,5 „	13,25 „ „ 13,5 „
1. Juli	33 „ „ 33,5 „	25 „ „ 25,5 „	23 „ „ 24 „	17 „ „ 18 „
1. Oct.	35 „ „ 36 „	28 „ „ 29 „	27 „ „ 28 „	22 „ „ 23 „
1. Nov.	47 „ „ 48 „	37 „ „ 38 „	34 „ „ 36 „	34 „ „ 36 „

Den ersten Anstoß um die im Jahre 1878 sehr gesunkenen Preise wieder zu heben, gaben die bedeutenden Einkäufe, welche Nordamerika in Liverpool und London machte und zwar nicht wie früher erst im Sommer, sondern dieses Mal schon im Winter. Durch die fortwährenden Unruhen in Centralamerika, sowie durch das Raubsystem der Gewinnung, indem die Gummibäume der Bequemlichkeit wegen einfach gefällt wurden, ist eben in Amerika die Ausbeute fortwährend gesunken, der Bedarf an Kautschuk ist aber gestiegen. Während daher am 30. Juni 1878 der Gesammtvorrath in London und Liverpool 2168 Tonnen betrug, waren an demselben Tage im Jahre 1879 nur 1159 Tonnen vorhanden. Da nun die Hoffnung auf eine gute Ernte getäuscht ist, so wird man sich auf andauernd höhere Preise der Fabrikate gefaßt machen müssen.

Chemische Eigenschaften und Zusammensetzungen des rohen Kautschuks.

Der aus den verschiedenen Pflanzenarten gewonnene Saft zeigt auch verschiedene Zusammensetzungen und Eigenschaften.

Faraday[1]) analysirte einen aus Amerika importirten Kautschuksaft, der folgende Eigenschaften besaß:

Er war mit einer dünnen Haut von verhärtetem Kautschuk bedeckt, hatte eine dicke, rahmähnliche Consistenz, etwas blaßgelb gefärbt und roch säuerlich. In dünnen Schichten der Luft ausgesetzt trocknete er mit Hinterlassung von 45 Proc. Kautschuk ein.

Die Zusammensetzung war folgende:

Reines Kautschuk	31,70	Proc.
Eiweiß[2])	1,90	„
Färbende, bittere Substanzen (stickstoffhaltig)	7,00	„
In Wasser lösliche Substanz	2,90	„
Wachs	0,13	„
Wasser mit etwas Säure	56,37	„

Adriani[3]) fand, daß der aus Ficus elastica ausfließende Saft um so wasserhaltiger ist, je höher die verletzte Stelle; so enthielt der an der angeschnittenen Endknospe einer 2,7 m hohen Pflanze austretende Saft nur

[1]) Bull. soc. d'encourag. 1826, Jan., p. 12; Dingl. polyt. Journal Bd. 20, S. 411.

[2]) Einzelne Forscher, wie Faraday, haben Eiweiß gefunden, während andere, wie Adriani, kein Eiweiß fanden.

Dieser Unterschied läßt sich entweder darauf zurückführen, daß Milchsäfte von verschiedenen Pflanzenarten der Untersuchung unterworfen wurden, oder daß im anderen Fall eine Trennung des Eiweißes von dem Kautschuk nicht gelang.

[3]) Verhandlung over de Guttapercha en Cautchuk. Utrecht 1850; im Auszug: Pharm. Centr. 1851, S. 17. — Jahresber. d. Chemie 1850, S. 519.

17,7 Proc. feste Bestandtheile; der dicht unter der Knospe abgezapfte 20,9, und der aus einem Blattstiele (30 cm über dem Boden) ausfließende Saft 25,1 Proc. feste Bestandtheile.

Den Milchsaft aus der Endknospe fand Adriani zusammengesetzt:

Kautschuk	9,57 Proc.
In Alkohol lösliches, in Aether unlösliches Harz	1,58 „
Organische Säuren an Magnesia gebunden	0,36 „
In Wasser unlösliche Substanz	2,18 „
Natron- und Kalksalze	Spuren
Wasser	82,30 Proc.

Nach Nees von Esenbeck und Clamor Marquart[1]) enthält der Saft im Stamme von Ficus elastica: Kautschuk; Blätter und Zweige enthalten dagegen ein Klebharz, welches sie „Viscin“ nennen und das später in Kautschuk übergehen soll.

Das Kautschuk findet sich im Milchsafte nicht gelöst, sondern suspendirt in Form kleiner Kügelchen, ähnlich wie die Butter in der Milch. Bei ruhigem Stehen sammeln sich diese Kügelchen als eine rahmartige Schicht an der Oberfläche.

Im frischen Zustande stellt der Saft eine milchweiße Flüssigkeit dar, die sauer reagirt und wahrscheinlich durch Fermentation in Zersetzung übergeht.

Nach Faraday enthält der Saft Eiweiß; dagegen fand Ure in zwei Proben kein Eiweiß, aber einen Bitterstoff. Durch einen Zusatz von sechs bis sieben Theilen Ammoniakflüssigkeit zu dem Milchsafte wird derselbe vor der Zersetzung bewahrt. Auch in luftdicht verschlossenen Flaschen läßt er sich ebenfalls längere Zeit erhalten.

Man hat auf diese Weise versucht von dem Milchsafte die kautschukhaltige Rahmschicht abzunehmen und letztere in luftdicht schließende Blechflaschen zu bringen. So viel Vortheile dieses Verfahren auch in mancher Hinsicht für eine sorgfältige Kautschukabscheidung bieten mag, so ist doch die Ausführnng an der außerordentlichen Vertheuerung, welche das Product dadurch erleiden würde, gescheitert.

Die verschiedenen Methoden der Abscheidung des Kautschuks aus dem Milchsafte haben wir vorher schon besprochen und wollen wir nun seine chemischen Eigenschaften etwas näher ins Auge fassen.

Das rohe im Handel vorkommende Kautschuk enthält außer Kautschuk alle im Milchsafte auftretenden anderen nicht flüchtigen Bestandtheile in wechselnder Menge. Ist dasselbe durch Eintrocknen aus dem Milchsafte gewonnen worden, so sind alle in dem Milchsafte vorkommenden festen Bestandtheile wie Eiweiß, Bitterstoff, Harze, anorganische Salze u. s. w. darin enthalten. Ist es dagegen durch Abscheidung, durch Hitze, Zusatz von Salz oder Alaun aus dem Safte

[1]) Annalen d. Chem. u. Pharm. 14, S. 43 und Handwörterbuch d. Chemie Bd. III, S. 948.

gewonnen worden, so sind nur die in Wasser unlöslichen Bestandtheile in wechselnden Mengen darin enthalten.

Um reines Kautschuk darzustellen, versetzt man nach Faraday den Kautschuksaft mit dem vierfachen Volumen Wasser und läßt das Kautschuk als rahmartige Schicht sich auf der Oberfläche sammeln. Diese Kautschukschicht wird abgenommen und wiederholt mit frischem Wasser, dem etwas Kochsalz und Salzsäure zugesetzt ist, so lange ausgewaschen, bis das Waschwasser keine fremden Substanzen mehr aufnimmt. Die gereinigte Kautschukmasse wird dann auf eine poröse Unterlage, die das Wasser aufsaugt, gelegt. Das Kautschuk bleibt schließlich als eine weiße, undurchsichtige, elastische Haut zurück, die nach völligem Austrocknen durchsichtig und farblos ist und alle Eigenschaften des Handelsproductes besitzt.

Um das im Handel vorkommende Rohkautschuk zu reinigen, verfährt man nach Payen[1]) in folgender Weise: Das Kautschuk wird in feine Scheiben zerschnitten, längere Zeit bei höherer Temperatur getrocknet, dann mit seinem fünf- bis sechsfachen Gewichte wasserfreien Schwefelkohlenstoffes übergossen und einige Zeit stehen gelassen. Nachdem die Masse eine opalisirende, gallertartige Beschaffenheit angenommen hat, werden sechs Procent absoluter Alkohol zugesetzt, wodurch die Flüssigkeit zu einer klaren, dünnen Lösung wird. Man gießt dieselbe in ihr doppeltes Volumen Alkohol, dekantirt die überstehende Flüssigkeit ab, und wäscht das gefällte Kautschuk mehrmals mit Alkohol aus. Wird diese Operation nochmals mit demselben Kautschuk wiederholt, so erhält man letzteres ganz rein und frei von fremden Beimischungen.

Das reine Kautschuk ist eine Kohlenwasserstoffverbindung; die Angaben über die chemische Zusammensetzung schwanken. Nach Faraday und Payen entspricht seine Zusammensetzung der Formel C_4H_7. Nach Soubeiran ist die Formel C_6H_{10}; nach Williams C_5H_8. Trotz der scheinbar großen Differenz weichen die procentischen Zusammensetzungen, welche aus diesen Formeln berechnet werden, nur wenig von einander ab.

	Kohlenstoff	Wasserstoff
Die Formel C_4H_7 entspricht	87,27	12,74
„ „ C_5H_8 „	88,23	11,77
„ „ C_6H_{10} „	87,82	12,18

Die Dichtigkeit des Kautschuks schwankt in folgenden Verhältnissen:

Nach Faraday beträgt sie 0,93,
„ Adriani für Speckgummi 0,96,
„ Flaschengummi . . . . 0,94.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist das Kautschuk weich und elastisch und so klebrig, daß zwei frische Schnittflächen, die fest zusammengedrückt werden, mit

[1]) Compt. rend. 34, p. 2; Dingl. pol. Journ. Bd. 123, S. 383.

der ganzen Kraft eines unverletzten Stückes aufeinander haften. Bei der Abkühlung unter 0° wird das weiche Kautschuk härter, läßt sich weniger dehnen und die frischen Schnittflächen haften beim Zusammendrücken nicht mehr aufeinander. Beim Erkalten zieht es sich bedeutend zusammen; bewirkt man aber die Abkühlung, während es sich ausgespannt befindet, so behält es auch beim nachherigen Wiedererwärmen auf 20° seine Dimensionen bei. Steigert man aber die Temperatur auf 35 bis 40° C., so geht es wieder in den weichen Zustand über.

Ure fand in diesen beiden Zuständen das specifische Gewicht verschieden. Bei dem durch Kälte der Elasticität beraubten war es 0,9487; bei dem wieder elastisch gemachten 0,9259.

Wird ausgedehntes Kautschuk in diesem Zustande auf ungefähr 115° C. erhitzt, und dann der Kälte ausgesetzt, so zieht es sich nicht mehr zusammen, verhält sich aber sonst ganz wie gewöhnliches Kautschuk.

Das Verhalten des Kautschuks im ausgedehnten Zustand in der Kälte und in der Wärme sind zwei für die Darstellung mancher Artikel, z. B. Kautschukfäden, wichtige Eigenschaften. Je nach seiner Darstellung erscheint das Kautschuk im Handel mehr oder weniger dunkel gefärbt; am dunkelsten ist das südamerikanische, namentlich das Para-Kautschuk, das in Folge von beigemengtem Ruß, der sich beim Trocknen darauf absetzt, die dunkle Farbe erhält.

Behandelt man das südamerikanische Kautschuk mit Aether, so findet man eine kleine Menge Kohle beigemengt. Reines Kautschuk ist farblos und rührt die braune Farbe nur von fremden Beimischungen her.

Die helle Farbe sowie die Undurchsichtigkeit des Speckgummis beruht auf dessen Wassergehalt, welcher 18 bis 26 Proc. beträgt.

In dicken Stücken ist das Kautschuk undurchsichtig; in dünnen durchscheinend.

Wiesner fand, daß alle von ihm untersuchten Kautschuksorten zwischen den Nicol'schen Prismen des Polarisationsmikroskops in ausgezeichneten prismatischen Farben erscheinen. Bei getrockneten Stückchen traten die Polarisationserscheinungen weniger deutlich hervor, als bei unter Oel befindlichen. Am schärfsten konnte man die Polarisation beobachten, wenn man ein dünnes Kautschukplättchen zwischen zwei Objectivplatten stark zusammenpreßte. Das Kautschuk zeigt selbst bei starker Vergrößerung keine Structur.

Nach Payen[1]) zeigt das Kautschuk in feinen Schnitten unter das Mikroskop gebracht zahlreiche, unter sich zusammenhängende unregelmäßige Poren, welche die Masse schwammartig durchsetzen und in welche Flüssigkeit eindringen kann.

Nach Wiesner[2]) zeigen manche Kautschuksorten ein höchst unregelmäßiges netzförmiges Gefüge; doch fand er auch Kautschuksorten, die selbst bei tausendfacher linearer Vergrößerung keine Hohlräume erkennen ließen, sondern aus unregelmäßigen Blättern zusammengesetzt waren.

---

[1]) Compt. rend. 32, p. 2; Dingl. pol. J. Bd. 123, S. 383.

[2]) Wiesner, Dr. J., „Die Rohstoffe des Pflanzenreichs" 1873.

Gase und Flüssigkeiten durchdringen das Kautschuk verschieden, je nach der Ausdehnung, unter der sich dasselbe befindet, oder dem Druck, der auf den Gasen oder den Flüssigkeiten lastet.

Nach Peyron soll Luft, Wasserstoff, Stickstoffoxydul und Kohlensäure ziemlich leicht durch Kautschuk diffundiren.

Aronstein und Sirks[1]) bestätigten die Beobachtung Peyron's für Kohlensäure und Stickstoffoxydulgas. Durch zweistündiges Digeriren in heißem Leinöl, oder über mit in Theer gelöstem Asphalt machten sie es für Gase vollständig undurchdringlich.

Graham[2]) beobachtete, daß die verschiedenen Gase durch die Poren der verschiedenen Kautschukarten mit verschiedener Geschwindigkeit hindurchgehen, oder daß in gleichen Zeiten bei mehreren Gasen das durchgehende Volumen verschieden ist.

Der Aschengehalt beträgt nach Adriani für Rohspeckgummi 0,487, für durch Chloroform gereinigtes Kautschuk 0,333. Die Asche besteht aus Kalk, Eisenoxyd, kohlensaurer Magnesia und Kieselsäure.

Nach Cloëz und Girard[3]) sollen in dem Kautschuk auch geringe Mengen Schwefel und chlorhaltige Körper vorhanden sein, die bei der trocknen Destillation in das Destillat übergehen.

An der Luft wird das Kautschuk oberflächlich oxydirt.

Spiller[4]), der den sechs Jahre alten Kautschuküberzug eines wasserdichten Gewebes untersuchte, fand, daß das in Benzol gelöste Kautschuk nach dem Verdunsten des Lösungsmittels nicht wie reines Kautschuk zu einem elastischen Häutchen, sondern zu einem spröden, brüchigen, schellackartigen Harze eintrocknete, das sich in Weingeist, Holzgeist, Chloroform, nicht aber in Schwefelkohlenstoff, Terpentinöl und Aether löst.

Das vulcanisirte Kautschuk soll nach Warren de la Rue und Abel dieses Verhalten nicht zeigen. Höchst eigenthümlich ist der Einfluß des Lichtes auf nicht vulcanisirtes Kautschuk.

Setzt man nach Schwan (Dingl. pol. J. Bd. 199, S. 511) es einige Stunden dem directen Sonnenlichte aus, so verleihen die belichteten Stellen beim Aufdrücken auf einen lithographischen Stein diesem die Eigenschaft, fette Schwärze aufzunehmen, während dies bei den unbelichteten nicht der Fall ist.

Ueberzieht man einen Bogen Papier mit einer Lösung von Kautschuk in Benzol und belichtet nach dem Verdunsten die Kautschukschicht unter einem Negativ, so kann man dieses nachher auf einen lithographischen Stein übertragen und Abdrücke davon machen. Dieses für die Photo-Lithographie sehr wichtige Verhalten verdient allgemeine Beachtung.

---

[1]) Zeitschr. f. Chem. 1866, S. 280.
[2]) Poggendorff's Annalen 129, S. 548.
[3]) Compt. rend. 50, p. 874; Dingl. pol. J. Bd. 158, S. 310.
[4]) Journ. f. prakt. Ch. 94, S. 502; Dingl. pol. J. Bd. 176, S. 159.

Verhalten des nichtvulcanisirten Kautschuks gegen Lösungsmittel.

Wasser, weder in kaltem noch in warmem Zustande, löst das Kautschuk auf; nur bei manchen Sorten werden geringe, aus dem Kautschuksafte stammende Extractivstoffe daraus ausgezogen.

In warmem Wasser quillt das Kautschuk bedeutend auf und das dunkle Aussehen wird bei Aufnahme des Wassers heller. Bei längerem Liegen an der Luft schrumpft das Kautschuk zusammen und erhält wieder sein vormaliges Aussehen zurück. Bei längerem Liegen in dünneren Schichten füllen sich die Poren allmälig mit Wasser; dabei nimmt das Kautschuk eine hellere Farbe an, sein Gewicht wird um 18 bis 26, sein Volumen um 15 bis 16 Proc. vermehrt. Wie schon früher erwähnt, verdankt das Speckgummi seine helle Farbe dem Wassergehalt.

Ebenso langsam, wie die Aufnahme des Wassers stattfindet, geht auch das Trocknen vor sich.

Das Trocknen des Kautschuks wird dadurch wesentlich noch erschwert, daß die Verdunstung des Wassers bei dickeren Stücken von der Außenseite beginnt. Dadurch ziehen sich die Poren zusammen und verhindern die weitere Verdunstung des Wassers aus dem Innern. Wie wir später sehen werden, ist die absolute Trockenheit des Kautschuks bei der Verarbeitung von größter Wichtigkeit, indem aus wasserhaltigem Kautschuk hergestellte Gegenstände bei der Vulcanisirung durch Verdampfen des Wassers im Kautschuk selbst blasig werden.

Absoluter Alkohol durchdringt das Kautschuk besonders beim wiederholten Sieden bedeutend rascher als Wasser. Es nimmt dabei ebenfalls eine hellere Farbe an; das Gewicht vermehrt sich bis zu 18 Procent; das Volumen um 9 bis 10 Procent.

Nach dem Verdunsten des Alkohols hat das Kautschuk wieder seine natürlichen Eigenschaften.

Alkohol löst aus demselben ungefähr 2 Procent einer hellgelben, fetten, schmelzbaren Substanz auf.

Aether, Benzin, Schwefelkohlenstoff und Terpentin sowie Gemische derselben durchdringen das Kautschuk rasch und schwellen es sehr stark auf. In Aether, Terpentin und Mischungen von 100 Thln. Schwefelkohlenstoff und 6 Thln. Weingeist quillt es bis zum 27fachen seines Volumens auf. Bei Behandlung mit diesen Lösungsmitteln trennte Payen das Kautschuk in einen löslichen, dehnbaren, klebrigen und in einen wenig oder nicht löslichen elastischen Körper.

Je nach der Qualität des Kautschuks schwankt die in Lösung übergegangene Menge zwischen 30 und 70 Procent. Der unlösliche, in der Lösung suspendirte Theil des Kautschuks ist zähe, wenig klebend, weicher und wenig elastisch und hält den Farbstoff zurück.

Der gelöste Theil erweist sich nach dem Verdampfen als eine weiche, zähe, dehnbare, elastische Masse.

Das Kautschuk ist sonach eine Mischung zweier chemisch verschiedener Substanzen.

Das beste Lösungsmittel soll für Kautschuk nach Payen eine Mischung von 6 bis 8 Thln. absolutem Alkohol und 100 Thln. Schwefelkohlenstoff sein.

Parkes[1]) empfiehlt als Lösungsmittel die Flüssigkeit, die man beim Ueberleiten von schwefligsaurem Gas über Kampher erhält.

Nach W. Kletzinsky löst schmelzendes Naphtalin Kautschuk mit großer Leichtigkeit auf. In fetten und flüchtigen Oelen quillt es ebenfalls bedeutend auf und löst sich in vielen Oelen, z. B. Lavendelöl.

Das bei der trocknen Destillation gewonnene Kautschuköl löst das Kautschuk ebenfalls leicht auf. Die leichten Theeröle lösen bis zu 30 Proc., die schweren nur ungefähr 5 Proc.

Heeren[2]) in Hannover bestimmte die Löslichkeit der zwölf wichtigsten im Handel vorkommenden Kautschuksorten in „Benzol". Dieselben wurden zwischen heißen Walzen anhaltend durchgearbeitet, in kleine Streifen geschnitten, diese in Kölbchen mit etwas Benzol übergossen und damit einige Zeit stehen gelassen. Es wurde dann nach und nach unter häufigem Schütteln der Zusatz des Benzols so lange fortgesetzt, bis sich bei allen Proben eine sehr dickflüssige Consistenz eingestellt hatte. Man suchte in dieser Art so viel wie möglich die gleiche zähflüssige Beschaffenheit herzustellen. Nachdem dies geschehen, wurden in tarirten Uhrgläsern kleine Mengen der Lösungen abgewogen, dann in einem geheizten Trockenschrank das Lösungsmittel verdampft und schließlich die Rückstände gewogen.

Es ergaben sich folgende Zahlen:

	Procentgehalt der Lösung	oder: 100 Thle. Benzol haben aufgenommen
Guayaquil	20,0	25,0
Para	17,0	20,0
Carthagena	16,1	18,0
Borneo	13,8	15,0
Afrika	12,7	14,5
Ceara	12,0	13,6
Mozambic	11,5	13
Rangoon	9,1	10,0
Quisembo	9,0	9,8
Afrika Knökels	8,6	9,4
Afrika Niggers	7,8	8,5
Madagascar	5,7	6,0

[1]) Muspratt, Techn. Chem. Bd. III, S. 1655.

[2]) Mittheilungen des Gewerbevereins für Hannover 1876, S. 107; Dingl. pol. J. 221; Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt 1876, S. 173.

Wie aus dieser Tabelle hervorgeht, zeigen die im Handel sehr geschätzten Sorten Guayaquil und Para die größte, während das ebenfalls sehr beliebte Madagascar-Kautschuk die geringste Löslichkeit zeigt.

Um das Kautschuk leicht zu lösen, ist darauf zu achten, daß Lösungsmittel sowie Kautschuk möglichst wasserfrei sind.

Das Kautschuk zeichnet sich durch seine Indifferenz gegen chemische Agentien aus. Von verdünnten Säuren und concentrirten Lösungen kaustischer Alkalien wird das Kautschuk nur wenig angegriffen. Concentrirte Salzsäure und salzsaures Gas verändern es langsam; von concentrirter Salpetersäure und concentrirter Schwefelsäure wird das Kautschuk dagegen energisch angegriffen, besonders von dem Gemisch beider. Schwefelsäure verwandelt es unter Entwickelung von schwefliger Säure in eine schwarze, kohlige Masse. Concentrirte Salpetersäure färbt es gelb und zersetzt es dann unter Bildung von Stickstoff, Kohlensäure, Oxalsäure und einem fettartigen Körper. Bei anhaltendem Kochen löst es sich unter Bildung von Kamphresinsäure.

Salpetrige Säure zerstört es schnell.

Chlorgas wirkt sehr heftig auf Kautschuk ein, benimmt ihm seine Elasticität und macht es hart und brüchig.

Von Hurtzig[1]) ist die Einwirkung des Chlors benutzt worden, um hartes Kautschuk darzustellen.

Eigenthümlich ist die Wirkung des Ammoniaks auf Kautschuk. Wird dasselbe längere Zeit damit digerirt, so geht es in einen emulsionsartigen Zustand über, ähnlich demjenigen, wie er sich in dem Milchsafte zeigt. Beim Verdunsten der erhaltenen Lösung bleibt das Kautschuk in reinem Zustande zurück. Von besonderer Wichtigkeit für die Kautschukindustrie ist das Verhalten desselben gegen Schwefel, Schwefelalkalien, Schwefelerdalkalien, Schwefelmetalle, Chlorschwefel u. s. w. Das Kautschuk nimmt beim Mischen und späteren Erhitzen beliebige Mengen von Schwefel auf. Je nach der Quantität des aufgenommenen Schwefels oder der Hitze, welcher das Gemisch von Kautschuk und Schwefel ausgesetzt war, verwandelt sich dasselbe entweder in eine harte oder in eine weiche, elastische Masse. Da wir bei der Besprechung der Vulcanisirung näher auf diesen Gegenstand zurückkommen, so verweisen wir auf das dorten Gesagte.

Beim Erhitzen auf 120° C. schmilzt das Kautschuk und nimmt eine theerartige Consistenz an. Nach dem Wiedererkalten bleibt es weich und klebrig und trocknet selbst in dünner Schicht nur langsam zu einer mehr spröden als elastischen Masse ein. Um sich von dem Verhalten des Kautschuks beim Erhitzen Rechenschaft zu geben, kann man annehmen, daß die Umwandlung des Kautschuks in die theerartige Masse auf einer ähnlichen Erscheinung wie die Ueberführung der Stärke in den kleisterartigen Zustand beruht.

Wie bekannt, bildet die Stärke eine körnige, geschichtete Masse; beim Erhitzen oder Kochen mit Wasser lösen sich diese Schichten von einander ab

---

[1]) Bayer. Kunst- und Gewerbeblatt 1865, S. 273; Handwörterbuch d. Chemie Bd. III, S. 952.

und der Zelleninhalt verwandelt sich in eine isomere Verbindung — in den Kleister. Die einmal veränderte Stärke kann in ihren früheren Zustand nicht mehr zurückgeführt werden. Ebenso kann man annehmen, daß beim Kautschuk, das, wie wir früher sahen, aus einem weichen, elastischen, in Schwefelkohlenstoff löslichen und aus einem unlöslichen Stoff mit netzartigem Gefüge besteht, der letztere Stoff bei der Hitze in ähnlicher Weise wie die Stärkemehlkörner verändert wird.

Beim Erhitzen auf 200° C. beginnt das Kautschuk unter Zersetzung Dämpfe zu bilden und geht in eine schmierige nicht mehr trocknende Masse über. Bei dieser Temperatur treten Zersetzungsproducte auf, die mit heller oder mit rußender Flamme brennen.

Ob alle die verschiedenen Kautschuksorten bei der Hitze ein gleiches Verhalten zeigen, scheint uns noch nicht hinreichend festgestellt zu sein. Wir vermuthen sogar, daß manche afrikanische Sorten bei niederer Temperatur als 120° C. schmelzen und anfangen, schmierig zu werden.

Der trocknen Destillation unterworfen, liefert das Kautschuk flüssige und gasförmige Destillationsproducte. Wird unreines Kautschuk hierbei verwendet, so treten nach Cloëz und Girard geringe Mengen Schwefelwasserstoff, Salzsäure, Kohlensäure, Kohlenoxyd und ammoniakhaltiges Wasser zuerst auf; bei erhöhter Temperatur erhält man eine reichliche Menge condensirbarer flüssiger Producte, namentlich flüssige Kohlenwasserstoffe, während zuletzt wenig Kohle zurückbleibt, die bei vollständiger Verbrennung nur geringe Mengen Asche hinterläßt.

Das flüssige Destillationsproduct Kautschuköl oder Kautschucin läßt sich durch fractionirte Destillation in verschiedene Kohlenwasserstoffe zerlegen. Die Siedepunkte derselben schwanken sehr; ein Theil siedet schon bei 14 bis 33, ein anderer bei 171 bis 216 Graden.

Bei der Untersuchung der bei der trocknen Destillation des Kautschuks auftretenden Producte sind von verschiedenen Forschern abweichende Resultate erhalten worden. Wahrscheinlich hat dies seinen Grund darin, daß die Destillation bei verschieden hohen Temperaturen vorgenommen und dadurch auch andere Destillationsproducte gewonnen, oder verschieden gereinigte Kautschuksorten der Destillation unterworfen wurden. Nach Himly[1]) hat der flüchtigste Theil, den er Faradayin nennt, ein specif. Gewicht von 0,654 und einen Siedepunkt, der zwischen 33 bis 44° C. schwankt.

Nach Bouchardat, der die flüchtigsten Theile in einem mit einer Kältemischung umgebenen Recipienten sammelte, bestehen diese flüchtigsten Theile aus Butylen (C_4H_8), Kautschen und Eupion. Verdunstet man die in dem Recipienten enthaltene Flüssigkeit unter gelinder Erwärmung, oder kühlt man die durch Erwärmen von Butylen befreite Flüssigkeit auf — 18° C. ab, so scheidet sich das Kautschen als eine weiße krystallinische Masse in Nadeln aus. Die Formel soll nach Bouchardat C_4H_6 sein (?).

[1]) Annalen d. Chemie und Pharm. Bd. 16, S. 61.

Butylen, das schon bei viel niederer Temperatur weit unter dem Gefrierpunkt siedet, hat die Formel C_4H_8 und bildet sich außerdem noch bei der trocknen Destillation der Fette u. s. w.

Eupion wird aus dem leicht flüchtigsten Theile des Kautschuköls durch wiederholte Destillation gewonnen. Es ist in reinem Zustande eine Flüssigkeit von 0,655 specif. Gewicht, siedet bei 33 bis 47° C., scheint also sehr wenig verschieden von dem von Himly beschriebenen Faradayin zu sein.

Nach Reichenbach, der dieses Product bei der trocknen Destillation des Rüböls entdeckte, soll seine Formel = C_6H_{10} sein.

Williams schied durch mehrmalige Rectification aus den leichten Oelen einen Körper, das Isopren, C_5H_8, ab, das ein specif. Gewicht von 0,622 hatte und bei 36° C. siedete. Es bildet eine wasserhelle, leichtbewegliche Flüssigkeit, verharzt an der Luft und wird klebrig; auch absorbirt es leicht ozonisirten Sauerstoff.

Nach Bouchardat[1]) liefert das Isopren bei zehnstündigem Erhitzen in mit Kohlensäure gefüllten geschlossenen Röhren auf 280 bis 290° C. polymere Kohlenwasserstoffe, aus denen Bouchardat einen mit der Formel $C_{10}H_{16}$ abscheiden konnte.

Aus den weniger flüchtigen Oelen des Products der trocknen Destillation des Kautschuks ist von Himly ein Kohlenwasserstoff abgeschieden worden, den er Kautschin nennt, der bei 171° C. siedet und ein specif. Gewicht von 0,842 besitzt. Es ist der Formel $C_{10}H_{16}$ entsprechend zusammengesetzt, löst leicht Paraffin, Stearin, Kampher, Harze, besonders aber Kautschuk.

Aus den schweren Oelen des bei der trocknen Destillation des Kautschuks erhaltenen Products ist von Bouchardat ein bei 315° C. siedender Kohlenwasserstoff abgeschieden worden, dem er den Namen Heveen gab. Es ist ein bernsteingelbes Oel, hat ein specif. Gewicht von 0,92, erstarrt in der Kälte nicht und riecht schwach brenzlich.

Aus dem Verhalten der verschiedenen Destillationsproducte des Kautschuks, besonders des Isoprens, hat Bouchardat[2]) geschlossen, daß sämmtliche Destillationsproducte des Kautschuks, sowie dieses selbst Polymere des Isoprens (C_5H_8) sind.

Wie schon oben erwähnt, liefert dasselbe beim Erhitzen in Röhren polymere Kohlenwasserstoffe, die gleich denjenigen in den schwereren Oelen auftretenden Destillationsproducten zusammengesetzt sind und gleiche Eigenschaften haben.

Durch Einwirkung von Salzsäure auf Isopren glaubt Bouchardat sogar künstliches Kautschuk dargestellt zu haben. Ein Theil Isopren und 15 Theile bei 0° C. gesättigter Salzsäure werden in einer geschlossenen Röhre in eine Kältemischung gestellt. Beim Schütteln der Flüssigkeit entsteht eine heftige Reaction, die von einer großen Wärmeentwickelung begleitet ist. Läßt man die erhaltene Masse 2 bis 3 Wochen bei gewöhnlicher Temperatur stehen, schüttelt sie von Zeit zu Zeit und unterwirft sie nach dem Verdünnen mit

[1]) Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1875, S. 904.

[2]) Bulletin soc. chim. 24, p. 108.

Wasser der Destillation, so erhält man außer Mono- und Dichlorhydrat des Isoprens einen festen Rückstand, der durch öfteres Kochen mit Wasser von chlorhaltigen Producten befreit folgende Zusammensetzung zeigt:

Kohlenstoff	87,1	Proc.
Wasserstoff	11,7	"
Chlor (hartnäckig zurückgehalten)	1,7	"

Dieser Körper gleicht dem Kautschuk, ist unlöslich in Alkohol, bläht sich in Aether und Schwefelkohlenstoff auf.

Bei der trocknen Destillation der neuen Substanz bilden sich dieselben Kohlenwasserstoffe, wie sie Kautschuk liefert; Bouchardat schließt daraus, daß dieser neue Körper mit Kautschuk identisch ist.

Aus den von Gabon, Borneo und Madagascar kommenden Kautschuksorten hat Aimé Girard[1]) Körper abgeschieden, die interessante Spaltungsproducte liefern. So erhält man durch Behandeln mit Weingeist aus dem Gabonkautschuk den Dambonit; aus dem Borneokautschuk den Bornesit; aus dem Kautschuk von Madagascar den Matezit.

Der Dambonit ist ein den Manniten sich anreihender Körper, seine Zusammensetzung ist: $C_8H_{16}O_6$. Er hat einen süßlichen Geschmack, krystallisirt aus Alkohol in weißen hexagonalen Prismen, schmilzt bei 190° C. und sublimirt bei 210° C. Rauchende Jodwasserstoffsäure zersetzt den Dambonit schon in der Kälte, rascher in geschlossenen Röhren in Jodmethyl und in Dambose: $[C_8H_{16}O_6 + (JH)_2 = C_6H_{12}O_6 + (CH_3J)_2]$.

Der Dambonit wäre demnach: dimethylirte Dambose.

Der aus dem Borneokautschuk durch Behandeln mit Weingeist ausgezogene Bornesit ist eine zuckerartige Substanz, die der Formel $C_7H_{14}O_6$ entsprechend zusammengesetzt ist.

Wie der Dambonit ist auch dieser Körper nicht gährungsfähig und reducirt die alkalische Kupferlösung erst nach dem Erhitzen mit verdünnter Säure. Mit rauchender Jodwasserstoffsäure in geschlossenen Röhren erhitzt liefert er Dambose und Jodmethyl:

$$(C_7H_{14}O_6 + JH = C_6H_{12}O_6 + CH_3J).$$

Der Bornesit ist demnach als der Monomethyläther der Dambose zu bezeichnen. Die Dambose ist ein zuckerähnlicher Körper, aber nicht gährungsfähig und wirkt nicht reducirend auf alkalische Kupferlösung.

Das von Madagascar stammende Kautschuk liefert bei der Behandlung mit Weingeist nach A. Girard eine krystallinische Substanz, die er Matezit nennt, und welche der Formel $C_{10}H_{20}O_9$ entsprechend zusammengesetzt ist. Beim Erhitzen mit Jodwasserstoffsäure zerfällt der Matezit ebenfalls in Jodmethyl und in eine Zuckerart, die Girard Matezodambose nennt:

$$C_{10}H_{20}O_9 + HJ = C_9H_{18}O_9 + CH_3J.$$

---

[1]) Compt. rend. 67, 820; 73, 426; Journ. f. prakt. Chemie 107, 266.

Die Matezodambose scheint demnach ein Homologes der Dambose zu sein und zwar scheinen in der Dambose zwei Atome Wasserstoff durch zwei Methylgruppen, oder ein Atom Wasserstoff durch eine Aethylgruppe vertreten zu sein.

Die Guttapercha.

Das Vorkommen und der Verbrauch von Guttapercha ist im Vergleich zum Kautschuk bedeutend geringer. Erst seit dem Jahre 1842 ist sie durch Dr. Montgomerie, der der indischen Compagnie Proben davon vorlegte und auf ihre werthvollen Eigenschaften aufmerksam machte, bekannt geworden.

1843 brachte Sir Joze d'Almeida, der längere Zeit auf der malayischen Halbinsel war, ebenfalls Proben nach England und legte sie der asiatischen Gesellschaft vor.

Nicht allein das Verdienst der Einführung gebührt Montgomerie, sondern nur seinen Bemühungen ist es zu verdanken, daß die Guttapercha in allgemeinen Gebrauch kam. Im Jahre 1844 wurden zum ersten Male 100 kg von Singapore nach Europa geschickt; 1846, also zwei Jahre später, betrug die Einfuhr 323 955 kg; im Jahre 1858 betrug sie 720 000; und jetzt hat sie die Höhe von 1 500 000 kg erreicht.

In den Jahren 1869 bis 1871 wurde in England an Guttapercha eingeführt:

Im Jahre	Centner	Werth Pfund Sterling
1869	15 398	95 616
1870	34 514	196 951
1871	25 966	196 942

Nach den Angaben des handelsstatistischen Bureaus wurden über Hamburg eingeführt:

Im Jahre	Centner	Im Werthe von
1871	1293	200 685 Mark
1872	1367	205 815 „
1873	1961	304 820 „

Im Jahre 1873 war die Guttaperchaeinfuhr in Hamburg:

aus Großbritannien	1502 Centner
„ den Niederlanden	409 „

Diese Zahlen beweisen den großen Aufschwung, den die Guttaperchaindustrie in so kurzer Zeit genommen hat.

Von größter Wichtigkeit ist Guttapercha für die Kabelfabrikation, da sie zur Isolirung der Leitungsdrähte große Verwendung findet. Die Hauptconsumentin ist daher auch die Telegraph-Construction und Maintenance-Company in London, die durch ihre Agenten in Singapore direct einkaufen läßt und den größten Theil der Zufuhren wegnimmt. Die übrigen Kabelfabrikanten wie Siemens u. Co. und Andere decken ihren Bedarf größtentheils auf den Märkten

von London und Amsterdam. Der Verbrauch ist für ein Tiefseekabel enorm groß; er beträgt 10 Ctr. gereinigte Guttapercha auf die Seemeile. Die Preise für Guttapercha richten sich ganz nach dem Stande der Kabelfabrikation; sie steigen rasch, wenn ein neues Kabelproject zur Ausführung gelangt, und fallen doppelt schnell, wenn die erwähnten Käufer sich aus dem Markte zurückziehen. Die Guttaperchaausfuhr von Singapore betrug im Jahre 1876 nach Großbritannien 16028; nach den Vereinigten Staaten 199; nach dem europäischen Continente 852, zusammen 17079 Pikuls. In früheren Jahren hat sich dieselbe schon weit höher beziffert; so wurden in keinem der Jahre 1870, 1872 und 1873 weniger als 30000 Pikuls nach Großbritannien ausgeführt. Das in den Jahren 1867 bis 1876 nach den Vereinigten Staaten ausgeführte Maximum betrug nur 308; das nach dem europäischen Continent ausgeführte Maximum nur 852 Pikuls [1]).

In den ersten Jahren nach der Einführung wußte man nichts Näheres über die Natur des Baumes, welcher sie liefert. Erst im Jahre 1847 war es W. J. Hooker [2]), der nach einigen von Dr. Oxley nach England geschickten Exemplaren die Pflanze in die von Dr. Wright zuerst beschriebene Gattung **Isonandra** der **Sapotaceen** einreihte und vorschlug, die Pflanze **Isonandra Gutta** zu nennen.

Das Vorkommen des Baumes ist in den malayischen Wäldern und auf den Inseln des östlichen Archipelagus. Der Baum wird 15 bis 20 m hoch und der Stamm hat 1 bis 2 m im Durchmesser. Er wächst am liebsten in angeschwemmtem Lande.

Aus der citirten Abhandlung [3]) theilen wir folgende Beschreibung des Baumes von Hooker mit: „Er ist ein 40 Fuß hoher Baum, aus welchem Milch fließt; die jüngeren Zweige röthlich, reich behaart; Stiel rund; Blätter abwechselnd, fast lederartig, verkehrt eiförmig, ganzrandig, kurz zugespitzt, an der Basis in einen langen Stiel auslaufend, fiederartig geadert (mit gedrängten, parallelen, horizontal abstehenden Adern), oben grün, unten goldglänzend; Blüthen winkelständig in Büscheln etwas überhängend; gestielt, Stiele sehr kurz; einblüthig; Kelch fast eirund und glockenförmig; tief sechsspaltig mit zweireihigen eirunden, stumpfen, fast goldglänzenden Lappen; Krone fast radförmig; kaum den Kelch überragender Röhre, sechstheiligem Rande, eiförmigem oder elliptischem, abstehendem Lappen; 12 Staubgefäße dem Schlunde der Krone angeheftet, in einer Reihe, die Staubfäden gleich, fadenförmig länger als die Kronenlappen. Die Staubbeutel eiförmig, spitzig nach außen; der Eierstock kugelförmig, etwas weich behaart, sechsfächerig, alle Fächer ein Ei umschließend. Griffel von der Länge der Staubgefäße, fadenförmig, Narbe stumpf. Frucht von dem bleibenden Kelche unterstützt; harte ei- fast kugelförmige sechsfächerige Beeren.“

Der Milchsaft, aus dem die Guttapercha gewonnen wird, circulirt längs des Stammes, zwischen der Rinde und dem holzigen Theile der Rinde. Die

---

[1]) 1 Pikul etwa 58 kg.
[2]) Dingl. pol. Journ. 107, 399.
[3]) Dingl. pol. Journ. 107, 399.

Guttapercha findet sich in dem Safte in kleinen Kügelchen suspendirt; diese Kügelchen haben nach dem Ausfließen des Saftes große Neigung sich zu einer festen Masse zusammenzuballen.

Bei der Gewinnung des Saftes wurde früher der ganze Baum umgehauen, die Rinde abgeschält, der Saft in einem aus Platanenblättern gebildeten Troge gesammelt und die Guttapercha daraus abgeschieden. Diesem wüsten Treiben, das die ganze Guttaperchagewinnung mit der Zeit in Frage stellte, wurde erst durch eine in England sich bildende Guttaperchahandelsgesellschaft Einhalt gethan. Durch persönliche Vermittelung suchte man die Sammler dazu zu bestimmen, die Bäume anzuzapfen, anstatt sie umzuhauen, und den Schutz der Regierung zu erlangen, das Fällen zu verhindern.

Jetzt gewinnt man den Saft meistens ohne den Baum zu vernichten, indem man an mehreren Stellen Einschnitte macht. Der ausgeflossene Milchsaft coagulirt nach kurzer Zeit, selbst wenn er nach dem Ausfließen sofort in verschlossenen Flaschen gesammelt wird. Die Guttaperchakügelchen sammeln sich an der Oberfläche und werden durch Kneten mit den Händen zu einem dicken Klumpen vereinigt. Die einzelnen Klumpen ballt man, vordem sie erhärten, zu einem dickeren Blocke zusammen. Nach Dr. Oxley's Bericht wurde die Abscheidung der Guttapercha aus dem Milchsafte, zur Zeit als die Bäume noch umgehauen wurden und man große Mengen Saft auf einmal gewann, in anderer Weise als die eben beschriebene Methode angiebt, vorgenommen. Nach ihm sollte der Saft in Bambusröhren gesammelt, von den Eingeborenen in ihre Wohnungen gebracht und dort gekocht worden sein, um die wässerigen Theile zu entfernen und ihn einzudicken. Diese Verschiedenheit bei der Gewinnung war wahrscheinlich dadurch bedingt, daß der aus den abgehauenen Bäumen gesammelte Saft wässeriger als der jetzt durch Einschnitte in die Bäume erhaltene war, indem bei dem langsamen Ausfließen schon ein Theil des Wassers verdunstet.

Gegenwärtig wird alle im Handel vorkommende Guttapercha ohne Anwendung von Hitze aus dem Milchsafte abgeschieden.

Die von Borneo stammende Guttapercha nennen die Malayen „Njato“; die von Sumatra kommende „Balam“. Nicht selten wird die Guttapercha mit anderen Pflanzensäften gemischt; wir erwähnen: Gutta taban, G. gereck, G. litchu oder litjoh, G. galegong rc., welche auch zu der Familie der Sapotaceen gehören. Außerdem liefert noch eine Reihe von Bäumen, die zu derselben Familie gehören, aber in verschiedenen Ländern vorkommen, eingetrocknete Pflanzensäfte, welche in physikalischer und chemischer Beziehung große Aehnlichkeit mit der Guttapercha haben und mit ihr auch gemischt werden.

Die wichtigeren darunter sind folgende:

Chrysophyllum und Lucuma in Brasilien,
Achras sapota in Südamerika, die man auf Java unter dem Namen Samo Manilla pflanzt;
Achras Australis auf Queensland,
Mehrere Mimusops von Java, Guyana, Brasilien, Ceylon, Gabon rc.
Imbricaria coriacea auf der Insel Maurice und Madagascar.

Im Handel kommen noch einige der Guttapercha ähnliche Substanzen vor, über deren Abstammung und Gewinnung man noch nicht recht unterrichtet ist, wie z. B. Gutta terbol aus englisch Indien; dehnbares Gummi von Guyana 2c.

Einem von einem Consulate an das preußische Handelsministerium erstatteten Berichte entnehmen wir noch folgende Daten. Der Hauptmarkt für die im ganzen indischen Archipel gewonnene Guttapercha (Muluyish Getúh pertschu) ist Singapore.

Von den im Handel vorkommenden Sorten sind neben der Guttapercha oder Gutta taban oder Gutte merah (rothe oder gemeine Gutta) die wichtigsten: Die Gutta möntah oder Gutta Virgin (Jungfern-Gutta; der eingetrocknete Saft des Baumes ohne weitere Bearbeitung), die Gutta-szun (weiße gemeine Gutta); die Gutta puette (weiße Gutta), dem auf den Markt gelieferten Quantum nach eine der bedeutendsten Sorten; endlich die Gutta massah, Reboiled-Gutta, die zu Singapore und zu Pontianak von den chinesischen Händlern aus verschiedenen Guttasorten zusammen gekocht wird und deren Qualität natürlich je nach der Güte des gebrauchten Materials und der auf das Kochen angewandten Sorgfalt wechselt. Uebrigens wird mit Ausnahme der Gutta puteh wohl selten eine Partie aus einer Sorte bestehender Gutta an den Markt gebracht. Die Leichtigkeit, mit der es den Eingeborenen möglich ist, die Waare zu fälschen, erheischt die größte Aufmerksamkeit und eine genaue Kenntniß des Artikels Seitens der europäischen Käufer. Da diese letztere Voraussetzung nur auf wenige Kaufleute zutrifft, so hat sich das Geschäft zu Singapore in den Händen von nur zwei oder drei Handelshäusern concentrirt.

Die Productionsländer der verschiedenen Guttasorten sind Borneo, die in der Nähe des Aequators liegenden kleinen Inseln, Sumatra und die Malayische Halbinsel. Borneo kommt in erster Linie in Betracht und liefert das größte Quantum und die besten Sorten von Guttapercha. Auf der Insel Singapore, welche in früheren Zeiten mit Guttabäumen bedeckt gewesen sein soll, findet man sie jetzt nur ganz vereinzelt. Uebrigens hält der Berichterstatter die vielfach geäußerten Befürchtungen, der Baum laufe überhaupt Gefahr ganz ausgerottet zu werden, zur Zeit wenigstens für grundlos, denn nach den Aussagen der Eingeborenen sollen erst dreißigjährige Bäume einen Ertrag liefern, der die Mühe des Fällens lohnt, worin der beste Schutz für den jungen Nachwuchs liege.

Die Höhe eines ausgewachsenen Baumes wird bei einem Durchmesser des Stammes von 2 bis 3 Fuß auf 60 bis 70 Fuß; der Ertrag an Gutta aber auf 12 bis 15 Pfund angegeben. Die Gutta kommt gewöhnlich in Kugeln oder in kleinen vielartig geformten Blöcken, häufig auch von den Eingeborenen zu Thiergestalten zusammengeknetet auf den Markt. Die Versendung nach Europa erfolgt in Körben von 1 bis $1^1/_2$ Pikuls (1 Pikul = etwa 58 kg) Gewicht.

Die Guttapercha stellt eine faserige Masse dar, die je nach ihrer geringeren oder sorgfältigeren Herstellung verschiedene Färbung zeigt.

Die besten Sorten sind nahezu weiß oder grauweiß mit einem Stich ns Röthliche; geringere Sorten haben eine braune Färbung und sind meistens durch Rinden, Holzstückchen, Steine und Erde verunreinigt.

Das specifische Gewicht der rohen Guttapercha fand Adriani[1]) 0,999; Souberain zu 0,979.

Diese Verschiedenheit in den specifischen Gewichten beruht nach Payen[2]) auf der porösen Structur der Guttapercha, die verschieden ist je nach der Behandlung.

Payen dehnte erweichte Guttapercha unter starkem Druck aus. Die so gewonnenen Bänder zerschnitt er unter Wasser in kleine Stücke. Die meisten dieser Stückchen sanken im Wasser sogleich unter, andere schwammen eine Zeitlang auf der Flüssigkeit, bis sie Wasser angezogen hatten und dann ebenfalls untersanken. Payen schloß daraus, daß die Guttapercha nur in Folge der zahlreichen mit Luft gefüllten Poren „scheinbar" leichter als Wasser sei und daß die Porosität um so mehr abnimmt, je sorgfältiger die Guttapercha gereinigt sei; beim Dehnen oder Zusammendrücken soll die Porosität ebenfalls vermindert und das specifische Gewicht deshalb erhöht werden.

Diese Ansicht von Payen wird noch unterstützt durch eine Beobachtung von anderer Seite[3]).

Die weiche Guttapercha zeigt sich gegen Stöße und Hammerschläge elastisch, verträgt auch das Werfen gegen eine feste Wand ohne Formänderung zu erleiden, während sie gegen ruhigen Druck empfänglich und der feinsten Eindrücke fähig ist. Dieses eigenthümliche Verhalten, welches in weniger auffälliger Weise auch noch andere plastische Massen zeigen, wie z. B. geknetetes frisches Brot, rührt von eingeschlossener Luft her. Geknetete Guttapercha bläht sich im Vacuum auf und bekommt eine runzelige Oberfläche. Sehr dichte Guttapercha bläht sich zwar unter der Luftpumpe nicht auf, aber unter Mineralöl gebracht und evacuirt tritt reichliche und lange andauernde Luftentwickelung aus der Guttapercha ein. Bringt man die Guttapercha nachher wieder in die Luft, so hat sie die Eigenschaft erkaltet zu erhärten verloren und gleicht einem zähen gefetteten Leder.

Zu ihrer Reindarstellung löst man die rohe Guttapercha in Chloroform oder Schwefelkohlenstoff auf; die trübe Flüssigkeit wird unter einer Glasglocke filtrirt und dann in einer flachen Schale freiwillig verdunsten lassen. Nach dem Verdampfen des Lösungsmittels bleibt die Guttapercha als eine dünne Haut im Gefäß zurück, die man leicht ablösen kann, wenn man das Gefäß einige Zeit in kaltes Wasser taucht und gleichzeitig das Wasser mit dem Inhalt des Gefäßes in Berührung kommen läßt.

Bei gewöhnlicher Temperatur ist die Guttapercha zähe, elastisch und dehnbar; bei 25° C. wird sie biegsam, bei 48° C. beginnt sie zu erweichen und läßt sich unter Anwendung von starkem Druck kneten; zwischen 55 und 60° C. ist sie so plastisch, daß man sie zu Röhren, Fäden, Platten, Bändern u. s. w. ausziehen und pressen kann. Bei 100° C. wird sie klebrig. In kochendem Wasser verlieren die Stücke ihre Form, quellen auf, werden klebrig und fadenziehend,

---

1) Jahresberichte d. Chem. 1850, 519.
2) Journ. f. prakt. Chem. 57, 152.
3) Dingl. pol. Journ. 240, 363.

wobei sie 5 bis 6 Procent Wasser aufnehmen, das sie nur langsam wieder abgeben.

Wird die in Wasser aufgequellte Guttapercha auf 150° C. erhitzt, so verliert sie ohne sich zu verändern wieder ihren Wassergehalt.

An der Luft und dem Lichte ausgesetzt, erleidet die Guttapercha rasch eine Veränderung, die wahrscheinlich auf einer Oxydation beruht, und wobei sich gleichzeitig ein scharfer Geruch entwickelt. Diese Veränderung der Guttapercha geht besonders rasch vor sich, wenn sie an der Luft einer Temperatur von 25 bis 30° in Form von dünnen Platten, Bändern 2c. ausgesetzt, öfters befeuchtet und namentlich im Sonnenlichte wieder getrocknet wird.

Sie wird dadurch brüchig, zerreiblich wie Harz, nimmt an Gewicht zu, löst sich leichter in Alkali und Alkohol und wird selbst ein guter Leiter der Elektricität, was sie im ursprünglichen Zustande nicht ist.

W. A. Müller[1]) und A. W. Hofmann[2]) betrachten diese Veränderung als durch eine Sauerstoffaufnahme bedingt; der oxydirte Theil der Guttapercha ist in Benzin unlöslich, schmilzt erst bei 100° C. und soll in der käuflichen Guttapercha bis zu 15 Procent enthalten sein.

Die Zusammensetzung der oxydirten Guttapercha ist nach Müller:

Kohlenstoff	76,15
Wasserstoff	11,16
Sauerstoff	12,69

Durch Einwirkung des Lichtes oder der Luft brüchig gewordene Guttapercha läßt sich durch Einweichen in warmem Wasser und Umkneten für manche Anwendung wieder nutzbar machen; doch wird sie bald wieder rissig.

Beinahe unverändert erhält sich die Guttapercha, wenn sie von Wasser, besonders Seewasser, bedeckt oder vor Einwirkung des Lichts geschützt wird. Die leichte Veränderlichkeit derselben an der Luft und bei Einwirkung von Lichtstrahlen beschränkt die Verwendung der Guttapercha wesentlich.

Dem Einfluß der meisten Lösungsmittel widersteht die Guttapercha. Concentrirte Lösungen von Alkalien, Salzlösungen, verdünnte Säuren, selbst Flußsäure üben keine Wirkung aus; absoluter Alkohol löst beim Kochen nur einen Theil jener harzartigen, sauerstoffhaltigen Körper, etwa 15 bis 20 Procent; von Aether soll nach Payen[3]) nur ein Theil, nach Arppe[4]) soll Guttapercha vollständig von Aether gelöst werden, namentlich wenn dieser frei von Alkohol ist. Aether, dem etwas Alkohol zugesetzt ist, verliert die Eigenschaft, die Guttapercha vollständig zu lösen. Sie löst sich dagegen leicht in Schwefelkohlenstoff und Chloroform und bei gelindem Erwärmen in Benzin, den flüchtigen Steinkohlentheerölen, Terpentinöl und den bei der trocknen Destillation aus Kautschuk und Guttapercha gewonnenen Oelen.

---

1) Chem. Soc. J. [2] 3, 273.
2) Annal. d. Chem. u. Pharm. 215, 297.
3) Compt. rend. 35, 109; Journ. f. pr. Chem. 62, 243.
4) Dingl. pol. Journ. 121, 442.

Aus einer Chloroformlösung kann die Guttapercha durch Zusatz von Aether als ein weißes Pulver ausgefällt werden. Von Salpetersäure in der Kälte wird sie unter Entwickelung rother Dämpfe zerstört; beim Kochen damit löst sie sich und liefert Camphresinsäure. Rauchende Schwefelsäure färbt sie allmälig braun; bei längerem Einwirken quillt sie auf und geht schließlich in eine schleimige Masse über. Beim Erwärmen mit Schwefelsäure tritt sofort Schwärzung ein und die Guttapercha wird unter Abscheidung von Kohle gänzlich zerstört. Stark concentrirte Salzsäure hat nur eine geringe Einwirkung auf Guttapercha; erst nach längerer Einwirkung macht sie dieselbe etwas spröde und brüchig. Die Veränderung, die die Salzsäure auf die Guttapercha ausübt, hat man beobachtet bei den Guttaperchaöhren, die als Heber beim Abziehen der Salzsäure benutzt wurden.

Die Guttapercha ist ein schlechter Leiter der Wärme und der Elektricität; beim Reiben mit Glas, Flanell ꝛc. wird sie negativ elektrisch. Durch längeres Liegen an der Luft graublau gewordene Guttapercha zeigt nach Rieß[1]) das merkwürdige Verhalten, daß sie beim Reiben positiv elektrisch wird, und durch Waschen mit Aether oder Terpentinöl läßt sich der Ueberzug entfernen. Beseitigt man auf einer alten blaugrauen Guttaperchaplatte auf der einen Seite den Ueberzug und reibt diese Seite mit Glaswolle oder Leinwand, so wird sie negativ elektrisch; die andere Seite dagegen wird beim Reiben mit demselben Körper positiv elektrisch.

Auf der geringen Leitungsfähigkeit der Guttapercha für Elektricität beruht ihre Verwendung als Isolator zum Ueberziehen der elektrischen Kabel.

Die in dünnen Blättern ausgewalzte, oder zu Fäden ausgezogene Guttapercha verhält sich im Gegensatz zum Kautschuk wie ein faseriger Körper; ein Streifen, den man von einem dünnen Blättchen abschneidet, läßt sich in der Richtung seiner Faser bedeutend strecken, aber er zerreißt sobald man versucht ihn quer auszuspannen. — Kautschuk dagegen läßt sich nach allen Richtungen hin gleichmäßig dehnen.

Unter dem Polarisationsapparat zeigt die Guttapercha schöne Farbenerscheinungen.

Die reine Guttapercha ist ebenso wie das Kautschuk ein Kohlenwasserstoff und sollen sogar beide Kohlenwasserstoffe isomer sein. Nach Souberain[2]) hat sie die Zusammensetzung: $C_6 H_{10}$, entsprechend 87,8 Kohlenstoff und 12,2 Wasserstoff. Auch fand Souberain in der rohen Guttapercha eine Pflanzensäure, Extractivstoffe, Caseïn, ein in Aether lösliches Harz und ein in Alkohol lösliches Harz.

Nach Müller[3]) ist die Zusammensetzung der käuflichen Guttapercha folgende:

---

[1]) Pogg. Ann. 91, 489; Dingl. Journ. 126, 115.
[2]) Journ. f. Pharm. 1847, 17; Dingl. pol. Journ. 103, 415.
[3]) Chem. soc. J. 3, 273; Journ. f. pr. Chem. 97, 380.

In 100 Theilen:

Reine Gutta	79,70
Weiches Harz	15,10
Vegetabilische Faser	2,18
Feuchtigkeit	2,50
Asche	0,52

Aus der etwas gereinigten Guttaperchа stellte Arppe[1]) sechs verschiedene Harze dar, die Unterschiede zeigten in ihrer Löslichkeit in Aether und Alkohol von verschiedener Stärke und hoher und niederer Temperatur. Er stellte für die Zusammensetzung der verschiedenen Harzarten bestimmte Molecularformeln auf, die aber vollständig hypothetisch sind, da keine Verbindungen dieser Harze bekannt sind, aus denen die Größe ihres Atomgewichtes geschlossen werden kann.

Payen[2]) betrachtet die Guttapercha aus drei wesentlich verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt. Er bezeichnet diese drei Stoffe mit den Namen: Gutta, Alban und Fluavil. Sie sollen durchschnittlich in folgenden Verhältnissen in der Guttapercha vorkommen:

Gutta	78 bis 82 Proc.
Alban	14 „ 16 „
Fluavil	4 „ 6 „

Von diesen drei Stoffen ist das Fluavil löslich in kaltem Alkohol; das Alban löslich in kochendem Alkohol; die Guttapercha unlöslich. Um sie von einander zu trennen, behandelt man die gereinigte Guttapercha mehrere Stunden mit kochendem Alkohol und filtrirt. Aus der alkoholischen Lösung scheiden sich nach 1 bis 2 Tagen besonders an den Seiten und an der Oberfläche zahlreiche weiße opalisirende Körner ab. Im Inneren enthalten diese Kügelchen einen Kern (einer gelben amorphen Masse), der sich in absolutem Weingeist löst, während die äußere Hülle darin unlöslich ist und nach mehrmaliger Behandlung damit immer weißer und durchsichtiger wird. Durch mehrmaliges Waschen der körnigen Masse mit kaltem Alkohol geht das Fluavil in Lösung und das Alban bleibt ungelöst zurück. Der durch öfteres Auskochen mit Alkohol verbleibende Rückstand bildet dann die Gutta.

Das Fluavil ist ein gelbliches, durchscheinendes Harz, hat ein specifisches Gewicht etwas höher als 1. Bei 0° C. ist es fest und spröde; bei 50° C. wird es weich, bei 60° C. teigartig und schmilzt zwischen 100 und 110° C. Noch höher erhitzt, siedet es und zersetzt sich schließlich unter Abgabe von Kohlenwasserstoffen und sauren Dämpfen. Es löst sich in der Kälte in Aether, Alkohol, Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff und Chloroform. Beim Verdampfen dieser Lösungsmittel scheidet es sich als amorphe Masse ab. Von verdünnten Säuren und concentrirten alkalischen Flüssigkeiten wird es nicht angegriffen; von concentrirter Schwefel- und Salpetersäure dagegen rasch zerstört.

---

[1]) Journ. f. pr. Chem. **53**, 171; Dingl. pol. Journ. **121**, 442.
[2]) Compt. rend. **35**, 109; Dingl. pol. Journ. **126**, 115.

Seine Zusammensetzung ist nach Oudemans[1]):

Kohlenstoff	83,33
Wasserstoff	11,11
Sauerstoff	5,55

entsprechend der Formel: $C_{20}H_{32}O$.

Nach Oudemans soll das Fluavil durch Oxydation aus der Gutta entstanden sein.

Das Alban bildet ein weißes krystallinisches Pulver oder auch kleine Warzen. Unter dem Mikroskop erscheint es als durchsichtige, strahlenförmige Blättchen. Es beginnt bei 160° C. zu schmelzen und wird bei 175 bis 180° C. vollkommen flüssig ohne sich zu zersetzen.

Gegen verdünnte Säuren und Alkalien verhält es sich wie das Fluavil; von concentrirter Schwefelsäure und Salpetersäure wird es wie dieses energisch angegriffen. In Benzol, Schwefelkohlenstoff, Terpentin, Chloroform und absolutem Alkohol ist es leicht, in gewöhnlichem Weingeist nur in der Siedehitze löslich.

Oudemans[2]) betrachtet das Alban ebenfalls als ein Oxydationsproduct der reinen Gutta; seine Zusammensetzung fand er:

Kohlenstoff	78,9
Wasserstoff	10,4
Sauerstoff	10,7

was der Formel: $C_{20}H_{32}O_2$ entspricht.

Bei 130° C. erhitzt, soll es ein Molecül Wasser verlieren, und dann in die Verbindung $C_{20}H_{30}O$ übergehen.

Die Gutta, der Hauptbestandtheil der rohen Guttapercha, wird bei 10 bis 30° C. zähe, biegsam, dehnbar aber nicht elastisch; bei 45° C. wird sie weich, färbt sich dunkler. Bei steigender Temperatur wird sie mehr klebrig und durchscheinend. Zwischen 100 und 110° C. geht sie in einen teigförmigen Zustand über; endlich bei 130° C. wird sie dünnflüssig, geräth ins Sieden und liefert als Destillationsproducte ein Oel und gasförmige Kohlenwasserstoffe.

Gegen Säuren, Weingeist, Aether und Chloroform verhält sie sich wie die Guttapercha. In Aether soll die Gutta nach Arppe[3]) nur dann unlöslich sein, wenn sie vorher mit Alkohol behandelt wurde.

Mit Salpetersäure erhitzt giebt sie Ameisensäure und viel Blausäure; gepulvert absorbirt sie Sauerstoff; salzsaures Gas verwandelt sie in eine braunschwarze Masse, die durch Zusammenschrumpfen wie oberflächlich geschmolzen aussieht. Sie ist außerordentlich leicht veränderlich und läßt sich schwer unzersetzt aufbewahren.

---

1) Rep. d. Ch. appl. 1858 u. 1859, 455; Jahresber. d. Chem. 1859, 517.
2) Rep. d. Ch. appl. 1858 u. 1859, 455; Jahresber. d. Chem. 1859, 517.
3) Journ. f. pr. Chemie 53, 171; Dingl. pol. Journ. 121, 442.

Ihre Zusammensetzung fand Oudemans[1]) im Mittel:

Kohlenstoff	88
Wasserstoff	11
Sauerstoff	0

entsprechend der Formel: C_8H_5 oder $C_{20}H_{32}$.

E. H. v. Baumhauer[2]) hat die Untersuchungen von Oudemans über die Elementarzusammensetzung der Gutta, des Albans und des Fluavils bestätigt gefunden. Nach seinen Angaben besteht die Guttapercha im Wesentlichen aus einer sauerstofffreien Substanz ($C_{20}H_{32}$, die identisch mit der von Oudemans für die Gutta gefundenen ist), und daneben aus mehreren Oxydationsproducten der Gutta. Von diesen Oxydationsproducten glaubt er zwei, eines von der Formel: $C_{20}H_{32}O$ (gleich mit dem Fluavil von Oudemans), und eine $C_{20}H_{32}O_2$ mit Bestimmtheit nachgewiesen zu haben.

Da die Guttapercha bei der trocknen Destillation nach Williams Isopren, C_5H_8, und Kautschin, also dieselben Destillationsproducte wie Kautschuk liefert, so hat man die Guttapercha ebenfalls wie das Kautschuk als ein „Polymer" des Isoprens betrachtet.

Die Eigenschaft der Guttapercha sich an Luft und Licht leicht zu verändern und bei 45° zu erweichen wird durch das Vulkanisiren, d. h. durch Versetzen mit Schwefel oder Schwefelmetallen oder Behandlung mit Schwefelchlorür und Erhitzen, theilweise beseitigt. Auf die Vulkanisation der Guttapercha kommen wir noch eingehend bei der Beschreibung der Herstellung von Guttaperchaartikeln zu sprechen und verweisen einstweilen auf das dort Gesagte.

Balata.

Balata wird aus dem eingetrockneten Milchsafte von Bully-tree (oder Sapota Milleri Bleck.), eines zu der Familie der Sapotaceen gehörigen Baumes gewonnen. Der Baum findet sich sehr verbreitet in Guyana und wird dorten zu Bauten benutzt.

Der Milchsaft des Baumes wurde von den Eingeborenen, ehe sie die vorzüglichen Eigenschaften desselben kannten, als Nahrungsmittel angewendet.

Die Gewinnung des Saftes geschah in der ersten Zeit ganz ähnlich wie beim Kautschuk in der Weise, daß man die Bäume fällte und den Saft sammelte. Seit der Zeit aber, als man die Balata im Handel als ein werthvolles Product schätzen gelernt hat, geht man bei der Gewinnung des Saftes rationeller zu Werke. — Man bohrt den Stamm, wie bei der Kautschuksaftgewinnung, nur an und erhält dadurch, wenn auch geringere Ausbeute, so doch den Baum selbst.

---

1) Rep. d. Ch. appl. 1858 u. 1859, 455; Jahresber. d. Chem. 1859, 517.
2) Journ. f. pr. Chem. 78, 277.

Der gewonnene, weiß oder röthlich aussehende Saft wird in Holzgefäßen gesammelt und nach einiger Zeit scheidet sich an der Oberfläche die Balata als eine poröse, schwammige Masse ab. Durch Kneten oder Pressen wird sie, ähnlich wie die Guttapercha, zu Klumpen vereinigt. Sie erscheint im Handel in diesen Klumpen, die entweder röthlichweiß oder braunröthlich gefärbt sind.

In ihren Eigenschaften steht sie in der Mitte zwischen Kautschuk und Guttapercha; sie ist plastischer und leichter knetbar als ersteres, dagegen etwas elastischer als die Guttapercha. Bei gewöhnlicher Temperatur ist sie fest, hornartig, aber schon bei 49° C. wird sie weich und läßt sich formen. Gegen Lösungsmittel verhält sie sich wie die Guttapercha.

Nach Sperlich[1]) soll die nach Behandeln mit heißem angesäuerten Wasser und siedendem Alkohol zurückbleibende Masse nach dem Lösen in Schwefelkohlenstoff, Filtriren und Verdunsten des Schwefelkohlenstoffs dieselbe procentische Zusammensetzung zeigen, wie die Gutta, nämlich:

Kohlenstoff	88,5
Wasserstoff	11,3

Sie findet hauptsächlich in England Verwendung als Ersatz für Guttapercha und Kautschuk und wird auch als Zusatz zu diesem benutzt. Gegen Schwefelchlorür und Schwefelmetalle verhält sie sich wie Kautschuk und Guttapercha.

Als ein theilweiser, oder für manche Zwecke vollständiger Ersatz für Kautschuk hat man

1. das sogenannte Oelkautschuk, und
2. eine Verbindung, die durch Behandlung des Lein- und Rüböls 2c. mit Schwefelchlorür erhalten wird, sogenanntes vulcanisirtes Oel, verwendet. Wir wollen kurz die Herstellung der beiden Substanzen sowie ihre wesentlichen Eigenschaften beschreiben.

Oelkautschuk.

Zur Darstellung dieses Körpers wird Leinöl längere Zeit auf eine hohe Temperatur erhitzt, bis es dunkel und zu einer zähen Masse geworden ist. Bei Anwendung von 10 kg Leinöl ist dazu ein 24 stündiges Erhitzen nothwendig. Die erhaltene zähe Masse wird alsdann einige Stunden mit Salpetersäure erhitzt bis sie plastisch geworden ist und bei Berührung mit der Luft erhärtet. Hierauf wird sie aus der Salpetersäure herausgenommen und in einem lauwarmen, schwach alkalischen Bade längere Zeit geknetet, um sie von der noch anhängenden Salpetersäure zu befreien. Das Oelkautschuk ist löslich in Terpentin, Schwefelkohlenstoff und kaustischen Alkalien; auf Zusatz von Säure wird es aus der alkalischen Lösung wieder unverändert gefällt.

[1]) Journ. f. pr. Chem. 19, 386.

In der Kälte ist es starr, von kautschukähnlicher, elastischer Beschaffenheit; beim Eintauchen in warmes Wasser wird es weich und knetbar.

Die Darstellung wurde zuerst von den Chemikern Sachs und Jonas 1848 vorgenommen. Ueber die Verwendung des Oelkautschuks liegen keine Mittheilungen vor, doch vermuthen wir, daß es häufig als Zusatz zu Kautschuk und bei Herstellung von wasserdichten Stoffen mit Vortheil als Ersatz für Kautschuk benutzt wird.

Vulcanisirtes Oel.

Ricklès und Rochleder beobachteten zuerst, daß Schwefelchlorür auf die fetten Oele einwirkt und sie in eine kautschukähnliche Masse verwandelt. Je nach der Menge von Schwefelchlorür, die man dem Oel zusetzt, kann man zähe und auch harte sowie feste und bröcklige Verbindungen zwischen dem Schwefelchlorür und dem Oel herstellen. Der diesem Proceß zu Grunde liegende chemische Vorgang ist noch nicht näher studirt; doch vermuthen wir, daß ein Theil des Schwefels an Stelle von Wasserstoff tritt, da bei der Einwirkung erhebliche Mengen von Chlorwasserstoffsäure sich entwickeln.

Bei der Herstellung verfährt man in folgender Weise:

In das auf 25 bis 30° C. erwärmte Oel läßt man aus einem Scheidetrichter unter fortwährendem Umrühren langsam Schwefelchlorür zufließen. Anfangs bleibt die Masse dünn, allmälig wird sie dickflüssiger, dann erstarrt sie plötzlich zu einer Gallerte. Bei weiterem Zusatz von Schwefelchlorür verwandelt sich alsdann die Gallerte in eine krümliche, gelbe elastische Masse. Auf 100 Theile Oel rechnet man gewöhnlich 15 bis 25 Theile Schwefelchlorür. Bei der Darstellung ist noch zu beachten, daß man nicht zu große Quantitäten auf einmal in Arbeit nimmt und die Temperatur nicht zu hoch steigert. Steigt die Temperatur über 60 bis 70° C., so wird durch weitergehende Zersetzung des Oels die Masse schwarz und schmierig.

Das auf diese Weise gewonnene Product verhält sich gegen Lösungsmittel fast wie vulcanisirtes Kautschuk. Es ist unlöslich in heißen alkalischen Laugen, Säuren; nur langsam wird es von Terpentin- und Kautschuköl zuerst aufgequellt und dann gelöst. Bei seiner Verwendung muß es vorher in einem schwach alkalischen Bade einige Zeit gewaschen werden, um es von Salzsäure und dergleichen zu befreien. Dem Kautschuk kann das vulcanisirte Oel durch Mischen zugesetzt werden.

Dr. Bering theilt in der pharmaceutischen Centralhalle mit, daß Chlorschwefel Kampher fast bis zum Doppelten seines Gewichtes aufzulösen im Stande ist. Dieser gekampherte Chlorschwefel besitzt nun die Eigenschaft, sich mit fetten Oelen viel weniger zu vereinigen, als der gewöhnliche reine Chlorschwefel, der häufig klumpige Producte liefert. Leinöl mit 25 Proc. gekamphertem Chlorschwefel versetzt, giebt eine dicke syrupartige Masse, welche auf weiteren Zusatz von 12,5 Proc. gekamphertem Chlorschwefel in eine zähe, stark klebende und nach weiterem Zusatz in eine feste elastische Masse übergeht.

Eine sich fast wie Kautschuk verhaltende Masse erzielt man, wenn man unter Einhaltung gewisser Verhältnisse Asphalt in Leinöl auflöst, gekampherten Chlorschwefel dazusetzt und noch etwas Schwefel incorporirt.

Coorongit oder australisches Kautschuk.

Unter dem Namen australisches Kautschuk kommt im Handel eine aus Coorong in Australien stammende Masse vor, welche dort in mäßig dicken Schichten auf dem Sande liegend gefunden wird. Ueber den Ursprung dieser Substanz, ob derselbe mineralischer oder vegetabilischer Natur ist, ist man noch nicht im Klaren. Nach der Ansicht einiger Gelehrter soll sie der eingetrocknete Saft einer früheren Pflanzenvegetation sein, der durch Hitze und Druck in eine harzartige Masse verändert worden ist; während Andere behaupten, daß sie mineralischen Ursprungs und ähnlich wie das Petroleum entstanden sei. Der Coorongit hat ein specif. Gewicht von 0,982 bis 0,990, gleicht in seinem Aussehen manchen Kautschuksorten, ist beim Druck elastisch, weich und dehnbar, brennt mit Rauch, ohne Geruch zu entwickeln, riecht ähnlich wie Kautschuk, läßt sich leicht schneiden und klebt an der Hand ohne sie zu beschmutzen. Eine zarte Schnitte zeigt unter dem Mikroskop Körner- und Zellenstructur, durchzogen von Fasern gleich denen abgestorbener Schwämme. Diese Thatsache scheint dafür zu sprechen, daß der Coorongit vegetabilischen Ursprungs ist; ob er nun ein durch Hitze und Druck verändertes Pflanzengewebe oder ein eingetrockneter Pflanzensaft ist, ist schwer zu entscheiden. Bei der trocknen Destillation liefert er gegen 82 Proc. flüssige und gasförmige Kohlenwasserstoffe.

Ueber seine Verwendung in der Kautschuk- und Guttaperchaindustrie finden sich in der technischen Literatur keine Angaben; wahrscheinlich wird er als Zusatz zu Kautschuk und Guttapercha bei der Herstellung mancher Kautschukartikel verwendet. Welche Vortheile eine solche Verwendung des Coorongits rechtfertigt, vermögen wir nicht zu sagen.

Beschreibung der bei der Kautschukwaarenfabrikation zur Verwendung kommenden weiteren Rohmaterialien.

Schwefel.

Nächst des Kautschuks und der Guttapercha ist in diesem Industriezweig das wichtigste Rohmaterial der Schwefel.

Erst, seitdem man das Kautschuk und die Guttapercha mit Schwefel mischt und durch Erhitzen das vulcanisirte Kautschuk herstellte, datirt der Aufschwung der Kautschukindustrie.

Der Schwefel findet hauptsächlich in der Form von sogenannten Schwefelblumen Verwendung.

Sein Vorkommen, die Gewinnung ꝛc. setzen wir als bekannt voraus und wollen wir hier nur seine wichtigsten physikalischen und chemischen Eigenschaften beschreiben, sowie die Methoden, die eine Prüfung auf Beimischungen oder Verunreinigungen gestatten, kurz erwähnen.

Der Schwefel ist bei gewöhnlicher Temperatur fest, spröde, von charakteristischer gelber Farbe. Interessant ist sein Verhalten gegen Hitze; er schmilzt bei 112° (nach neueren Untersuchungen von Bisati bei 113 bis 113,5° C.), und erstarrt bei 108 bis 109°. Bei 112° ist er dünnflüssig wie Wasser und hellgelb; von 130 bis 140° wird er zähflüssiger und dunkler, bei 170 bis 200° ist er fast schwarz und dabei so dickflüssig, daß er aus dem umgekehrten Gefäß nicht ausfließt. Bei 330 bis 340° erhält er seine frühere Dünnflüssigkeit wieder, doch ist die Flüssigkeit dunkel. Bei 440° nach Deville endlich fängt er an zu sieden, stößt rothe Dämpfe aus, die beim Mischen mit kalter Luft sich zu sogenannten Schwefelblumen verdichten. Der Schwefel kann leicht krystallisirt erhalten werden. Je nach der Art und Weise, wie man die Krystalle entstehen läßt, tritt er in zwei verschiedenen Formen auf, die jede einem anderen Krystallsystem angehören, d. h. er ist dimorph. So erhält man ihn beim Verdunsten aus einer Lösung von Schwefelkohlenstoff in Form von rhombischen Octaëdern (zum rhombischen System gehörig); beim Erstarrenlassen von geschmolzenem Schwefel bilden sich schiefe rhombische Säulen (monoklinisches System). Mit der Verschiedenheit der Krystallform des Schwefels ist auch eine Verschiedenheit der Farbe, sowie andere Eigenschaften verbunden. Die monoklinen Säulen des nach dem Schmelzen erstarrten Schwefels gehen nach einigen Stunden, oder wenn man sie bewegt, in die rhombischen Octaëder über. Steigert man die Temperatur des geschmolzenen Schwefels, so daß er zähe wird oder siedet, und gießt ihn dann in kaltes Wasser, so bleibt er auch nach dem Erkalten zähe und läßt sich zu Fäden ausziehen oder in Formen pressen (amorpher Schwefel). Allmälig erhärtet derselbe wieder und geht dabei zuerst in den prismatischen, dann in den octaëdrischen Schwefel über.

Hinsichtlich der Lösung des Schwefels in Schwefelkohlenstoff sind ebenfalls zwei allotropische Modificationen zu unterscheiden: eine lösliche und eine unlösliche.

Löslich ist der rhombische oder gediegene Schwefel in den hellen durchscheinenden Krystallen, desgleichen solcher, der sich aus chemischen Verbindungen durch Elektrolyse als negatives Element oder durch chemische Reaction ausscheidet. In Schwefelkohlenstoff unlöslicher Schwefel findet sich gleichzeitig neben löslichem in dem amorphen Schwefel.

Schwefel, der noch eine Spur ($^1/_{3000}$) von Fett oder organischer Materie, Schweiß der Hände ꝛc. enthält, nimmt beim Erhitzen auf 300° eine tiefrothe, bei einer größeren Menge dieser Stoffe ($^1/_{500}$) eine blaue bis schwarze Farbe an, die er nach dem Ausgießen in kaltes Wasser behält (Magnus und Mitscherlich).

Die Prüfung des Schwefels erstreckt sich auf folgende Beimischungen und Verunreinigungen.

1. Organische, bituminöse Stoffe,
2. Wasser,
3. Asche,
4. Arsen.

Enthält der Schwefel organische, bituminöse Stoffe, so bleibt beim Erhitzen in einer Probirröhre ein kohliger Rückstand.

Wasser, das oft in betrügerischer Absicht zugesetzt wird, kann durch ein einstündiges Trocknen bei 100° C. bestimmt nachgewiesen werden [1]).

Asche und Beimischungen anderer Substanzen, Schwerspath ꝛc., lassen sich durch Verbrennen in einem Porcellantiegel nachweisen.

Arsen, das meistens in Form von Schwefelarsen vorhanden ist, kann folgendermaßen nachgewiesen werden:

Man digerirt die Schwefelblumen mit Ammoniak oder kohlensaurem Ammoniak, filtrirt und versetzt das Filtrat mit verdünnter Salzsäure bis zur sauren Reaction. Das Arsen scheidet sich dann als gelbes Schwefelarsen aus. Durch eine der bekannten Reactionen prüft man jedoch zweckmäßig das gelbe Schwefelarsen noch näher auf Arsen.

Kommt das Arsen, wie häufig der Fall ist, als arsenige Säure im Schwefel vor, so muß zu der Ammoniaklösung Schwefelwasserstoff zugefügt werden, um nach dem Ansäuern mit Salzsäure den gelben Niederschlag von Schwefelarsen zu erhalten. Schwefel, der stark arsenhaltig ist, sollte in der Kautschukindustrie nicht verwendet werden.

Wir haben Versuche gemacht, um an Stelle von Schwefelblumen Schwefelmilch [2]) zum Vulcanisiren des Kautschuks zu verwenden. Da der Schwefel in Form von Schwefelmilch außerordentlich fein vertheilt ist, so glaubten wir durch Anwendung derselben eine bessere Vertheilung und innigere Verbindung zwischen Kautschuk und Schwefel zu erreichen und dadurch das so häufig vorkommende Auswittern des Schwefels an fertigen Kautschuksachen zu verhindern. Wir konnten aber bei den verschiedenen angestellten Versuchen kein wesentlich günstigeres Resultat als es bei dem anderen Schwefel erzielt wird, beobachten.

Schwefelmetalle.

Schwefelcalcium: CaS,
Schwefelbaryum: BaS,
Dreifachschwefelantimon: Sb_2S_3,
Fünffachschwefelkalium: K_2S_5.

Girard empfahl zuerst die Verwendung von Schwefelcalcium und Schwefelbaryum an Stelle des Schwefels zum Vulcanisiren des Kautschuks.

---

[1]) Feuchter Schwefel verursacht beim Vulcanisiren, daß die Gummiwaaren, wird die Masse nicht vorher zwischen zwei heißen Walzen gehörig getrocknet, blasig werden.

[2]) Bekanntlich jener, aus Polysulfiden durch Zersetzungen mit Säuren sich abscheidende Schwefel.

Man erhält beide durch Reduction der schwefelsauren Salze (schwefelsaurer Kalk oder schwefelsaurer Baryt) mittelst Kohle bei starker Hitze. Nach dem Lösen der Schmelze in Wasser und Verdampfen der Flüssigkeit bleiben sie als weißes Pulver zurück. In feuchter Luft und bei Einwirkung von Kohlensäure zersetzen sie sich allmälig und liefern Oxydationsproducte. Ihre Verwendung zum Vulcanisiren verdient insofern Beachtung (wie wir später sehen werden), weil kein Auswittern von Schwefel aus dem damit vulcanisirten Kautschuk stattfindet.

Das Dreifachschwefelantimon, Antimonsulfür, wird durch Fällen von Antimonoxydsalzen oder Dreifachchlorantimon mit Schwefelwasserstoff als ein dunkel orangefarbiger Niederschlag erhalten. Der Niederschlag ist wasserhaltig, verliert erst sein Wasser bei 200° und geht dann in eine dunkle fast schwarze Modification über. Trocknet man das Schwefelantimon nur bei 100°, so nimmt es eine braunrothe Farbe an.

Bourke empfahl zuerst die Anwendung des Dreifachschwefelantimon zum Vulcanisiren. Außer dem gewöhnlichen Antimonsulfid ist noch der Kermes und auch der Antimonzinnober (letzterer wahrscheinlich mehr zum Färben) verwendet worden.

Ersterer besteht aus Dreifachschwefelantimon mit Antimon vermischt [1]); letzterer soll ebenfalls eine Verbindung von Dreifachschwefelantimon mit Antimonoxyd sein.

Der Antimonzinnober hat eine prachtvoll rothe Farbe, von der man hoffte, daß sie in der Technik Verwendung finden würde [2]), doch ist ihre Anwendung noch gering. Wir vermuthen, daß englische Fabrikanten den Antimonzinnober, entweder gemischt mit Dreifachschwefelantimon oder mit Schwefel zur Herstellung der beliebten rothen englischen Kautschuke benutzen.

Das Fünffachschwefelkalium: K_2S_5, ist in wässeriger Lösung von verschiedenen Seiten zum Vulcanisiren vorgeschlagen worden.

Man erhält es, indem man

276,8 Thle. kohlensaures Kali,
256 „ Schwefel

in einem irdenen Tiegel zusammen schmilzt. Die geschmolzene Masse wird in Wasser gelöst.

---

1) Die Herstellung geschieht in der Weise, daß man 1 Thl. Schwefelantimon mit 25 Thln. krystallisirter Soda oder 20 Thln. Potasche und 250 bis 300 Thln. Wasser löst und 1/2 bis 3/4 Stunden in einem eisernen Kessel kocht. Nach dem Kochen werden durch Filtration etwa ungelöst gebliebene Substanzen entfernt und das klare, noch warme Filtrat mit Salzsäure bis zur sauren Reaction versetzt. Der Kermes minerale scheidet sich alsdann als ein voluminöser orangerother Niederschlag aus.

2) Nach Wagner stellt man den Antimonzinnober her, indem man zu einer Lösung von Brechweinstein 3 Thle. krystallisirte Weinsäure in 18 bis 20 Thln. Wasser von 60 bis 70° C. gelöst, eine kaltgesättigte Lösung von unterschwefligsaurem Natron zufügt und die ganze Mischung auf ungefähr 80 bis 90° erhitzt. Der sich ausscheidende Niederschlag bildet den Antimonzinnober und soll nach Wagner die Zusammensetzung $2\,Sb_2S_3 + 1\,Sb_2O_3$ haben.



Gleiche Wirkung, wie das Fünffachschwefelkalium, haben auch das Dreifach- und Vierfachschwefelkalium.

Außer den Schwefelverbindungen der Alkalien und alkalischen Erden und des Schwefelantimons sind noch einige Schwefelverbindungen der schweren Metalle und unterschwefligsaure Salze entweder für sich allein oder in Verbindung mit Schwefel zum Vulcanisiren verwendet worden.

Von Moulton wurde zuerst die Anwendung des unterschwefligsauren Bleioxydes und des gefällten Schwefelbleies mit oder ohne einen Zusatz von kohlensaurer oder gebrannter Magnesia zum Vulcanisiren des Kautschuks empfohlen.

Schwefelchlorür, Halbchlorschwefel: S_2Cl_2.

Parkes empfahl 1847 zuerst die Verwendung von Schwefelchlorür gelöst in Schwefelkohlenstoff oder anderen Lösungsmitteln zum Vulcanisiren.

Zur Darstellung des Schwefelchlorürs leitet man Chlorgas, das durch Passiren von Schwefelsäure und Chlorcalcium vollständig getrocknet ist, in eine tubulirte Retorte, deren Wandungen mit flüssigem Schwefel ausgeschwenkt sind. Auch kann man das trockne Chlorgas in eine mit Schwefelblumen gefüllte erwärmte Retorte leiten und das Schwefelchlorür in einer Vorlage condensiren. Ehe aller Schwefel in Schwefelchlorür übergeführt ist, muß die Operation unterbrochen werden. Das gewonnene Destillat enthält außer Schwefelchlorür feinen Schwefel gelöst, von welchem es durch wiederholte Destillation befreit werden kann.

Bei der Vulcanisirung des Kautschuks schadet in den meisten Fällen ein Gehalt des Schwefelchlorürs an freiem Schwefel nicht.

Das Schwefelchlorür ist eine rothgelbe, ölartige Flüssigkeit von 1,6802 specifischem Gewicht bei 16,7° C. (Kopp); in Folge seiner Zersetzung raucht es an der Luft stark durch die Bildung von Chlorwasserstoffnebel.

Es wirkt heftig auf Augen, Nase und Hals; beim Inhaliren der Dämpfe bewirken nach Eulenberg die Zersetzungsproducte derselben (schweflige Säure und Salzsäure) eine große Reizung in den Respirationsorganen, wodurch ein wässeriger Ausfluß aus Mund und Nase entsteht.

Das Schwefelchlorür siedet nach Marchand bei 190° und nach Kopp bei 144° C. Es löst Schwefel schon bei gewöhnlicher Temperatur bis zu 70 Proc. seines Gewichtes; mischt sich ohne Zersetzung mit Schwefelkohlenstoff und Benzin; in Aether und Weingeist löst es sich unter allmäliger Zersetzung auf.

Von Wasser wird Schwefelchlorür in Chlorwasserstoffsäure, freien Schwefel und schweflige Säure zerlegt: $2S_2Cl_2 + 2H_2O = SO_2 + 4HCl + 3S$.

In der Kautschukfabrikation wird es gewöhnlich gelöst in Schwefelkohlenstoff, in neuerer Zeit auch in Benzin, zum Vulcanisiren feinerer Kautschukwaaren verwendet.

Schwefelkohlenstoff: CS_2.

Schwefelkohlenstoff findet in der Kautschuk- und Guttaperchaindustrie als Lösungsmittel für Guttapercha und Kautschuk, sowie für Schwefelchlorür Anwendung. In neuerer Zeit hat man versucht, ihn wegen seiner nachtheiligen Einwirkungen auf den Menschen durch Benzin zu ersetzen. Wir wollen kurz seine Darstellungsmethode und die wichtigsten Eigenschaften anführen.

Die Darstellung des Schwefelkohlenstoffs beruht auf der Eigenschaft der Kohle in mäßiger Rothglühhitze mit flüssigem oder dampfförmigem Schwefel zusammengebracht, sich unter Bindung von Wärme zu vereinigen. Die Kohle muß möglichst aschenfrei und arm an Sauerstoff sein, weil sonst andere flüchtige Verbindungen entstehen, welche entweder Schwefelverluste herbeiführen oder sich in dem Schwefelkohlenstoff auflösen und demselben einen unangenehmen Geruch ertheilen.

Die Apparate, welche man bei Herstellung des Schwefelkohlenstoffs benutzt, bestehen im Allgemeinen aus einer in einem Ofen eingemauerten Retorte mit zwei Röhren; die untere dient zum Einführen von Schwefel in die mit Kohle gefüllte Retorte; die andere zur Abführung der Schwefelkohlenstoffdämpfe nach dem Verdichtungs- und Kühlapparat. Die Retorte wird von außen erhitzt.

Der auf die angegebene Weise erhaltene rohe Schwefelkohlenstoff enthält noch eine große Menge 10- bis 12-proc. Schwefel, welcher als Schwefeldampf mit überdestillirte in Lösung; durch Schwefelharnstoffe und andere noch nicht näher bekannte Schwefelverbindungen wird ihm ein höchst unangenehmer Geruch ertheilt. Durch Behandeln mit Aetzalkalien, Chlorkalk, Metallsalzen, z. B. Bleinitrat, wird er von den unangenehmen Beimischungen befreit.

In ganz reinem Zustande bildet er eine wasserhelle Flüssigkeit von angenehmem, aromatischem Geruch und scharfem, kühlendem Geschmack.

Bei längerem Aufbewahren, namentlich unter Wasser, nimmt er einen durchdringend widerlichen Geruch an. Nach Couerbe hat er bei 15° C. ein specif. Gewicht von 1,2568. Sein Siedepunkt wird von verschiedenen Forschern zwischen 46 und 48° liegend, angegeben.

Auf den thierischen Organismus wirkt der Schwefelkohlenstoff giftig und wird deshalb auch zum Tödten von Insecten, Ratten 2c. verwendet.

Nach Eulenberg[1]) erzeugt der Schwefelkohlenstoff beim Einathmen anfangs leichten Hustenreiz, Kopfweh, dann Schwindel, Erbrechen, Gliederschmerzen, namentlich in den Beinen, Betäubung und Zustand von Trunkenheit, welcher in der frischen Luft bald nachläßt. Das Blut erleidet keine wesentliche chemische oder dynamische Veränderung, wenn der Schwefelkohlenstoff frei von Schwefelwasserstoff war.

Die Folgen der Einathmung von Schwefelkohlenstoffdämpfen bestehen in einer Depression des Nervensystems, einer Schwächung des Sensoriums, namentlich des Gedächtnisses, sowie aller Körperkräfte, welches sich in allgemeiner

---

1) Eulenberg, Schädliche Gase 1865, S. 393 u. 531.

Niedergeschlagenheit, Melancholie und größeren oder kleineren Störungen des vegetativen [1]) Lebens äußert.

Bei äußerer Application mittels mit Schwefelkohlenstoff getränkter Watte erzeugt Schwefelkohlenstoff eine locale Anästhesie, weshalb Arbeiter, die ihre Hände mit Schwefelkohlenstoff öfter und längere Zeit in Berührung bringen, einem Einschlafen oder Taubwerden der Hände ausgesetzt sind. Durch Eintauchen der Hände in Wasser verliert sich dieser Umstand wieder.

Als Gegengift gegen eingeathmeten Schwefelkohlenstoff ist eine Auflösung von kohlensaurem Natron oder von kohlensaurem Eisenoxyd und kohlensaurem Wasser empfohlen worden.

Räume, in denen viel Schwefelkohlenstoff zum Verdampfen kommt, müssen gut ventilirt sein; auch empfiehlt sich ein Bestreuen des Bodens mit Kalk.

Benzin.

An Stelle des Schwefelkohlenstoffs, der wegen seines unangenehmen und schädlichen Geruchs sehr lästig in den Fabriken ist, wendet man in neuerer Zeit Petroleumbenzin an. Das Benzin, wohl auch fälschlich Benzol genannt, wird bei der Raffination des Petroleums als Nebenproduct gewonnen.

Das officinelle Präparat hat ein specifisches Gewicht von 0,68 bis 0,7; der Siedepunkt schwankt zwischen 60 bis 80° C. Es besteht hauptsächlich aus Capronyl- und Oenanthylwasserstoff. Es dient bei der Kautschukfabrikation zum Auflösen des Kautschuks, beim Gummiren von Einlagen für Schläuche sowie zum Auflösen des Schwefelchlorürs.

Bei seiner Verwendung ist besonders auf die leichte Entzündlichkeit Rücksicht zu nehmen [2]). Aufbewahrungsort und Plätze, an denen viel mit Benzin gearbeitet wird, sind getrennt von den übrigen Gebäuden anzulegen.

Bei der Verwendung des Benzins zum Zwecke des Gummirens muß man darauf achten, daß dasselbe keine hochsiedenden Producte enthält, da diese oft nicht vollständig verdunsten und wie wir später sehen werden, wenn die gummirte Leinwand zu Einlagen für Schläuche oder Platten dient, ein Blasigwerden bedingt wird.

Das Wissenswertheste von den übrigen Stoffen, wie Kreide, Zinkoxyd, Mennige u. s. w., die meistens als Zusätze zu Kautschuk und Guttapercha verwendet werden, wollen wir kurz an den Stellen mittheilen, wo wir ihre Anwendung besprechen.

---

[1]) Eigenthümlich sind die Wirkungen des Schwefelkohlenstoffs beim Einathmen auf die Sexualorgane, indem sie kürzere oder länger andauernde Impotenz hervorrufen.

[2]) Man hat eine Selbstentzündung des Benzins schon mehrfach beobachtet und sollen dabei elektrische Zustände die Ursache sein! In einer chemischen Reinigungsanstalt in Berlin gerieth ein seidenes Kleid, das ein Arbeiter aus dem mit Benzin gefüllten Behälter genommen hatte und es mit den Händen strich, plötzlich in Flammen, ohne daß Licht in dem Raume war. Zur Vermeidung solcher Unglücksfälle hat man empfohlen, Behälter mit Wasser zur Feuchthaltung der Luft in solchen Räumen aufzustellen.

4*

Die Verarbeitung des Kautschuks.

Für die gesammte Kautschukindustrie war die Erfindung von außerordentlicher Wichtigkeit, welche 1836 Chaffee aus Roxbourg in Nordamerika und Nickels in England machten, um das Kautschuk durch Kneten (in mäßig erwärmtem Zustand) in eine weiche fast aller Elasticität beraubte Masse überzuführen.

Chaffee ließ sich das Auftragen von erweichtem Kautschuk auf gewebte Stoffe, ohne Auflösung, durch Bearbeitung zwischen erwärmten Walzen patentiren.

Nickels nahm im October 1836 ein Patent auf eine Maschine zum Kneten des Kautschuks. Diese ältere auch jetzt noch in einigen Fabriken übliche Knetmethode hat in den meisten neueren Fabriken der Methode des Walzens Platz gemacht, durch welche derselbe Zweck aber mit geringerem Kostenaufwande und größerer Bequemlichkeit erreicht wird.

Die Verarbeitung des Kautschuks beginnt mit der Reinigung. Es wird zu diesem Zweck in große, mit Wasser gefüllte Fässer geworfen und einige Zeit, gewöhnlich unter Zusatz von etwas Aetzkalk oder Aetznatron gekocht. Das Auskochen muß sehr sorgfältig geschehen, damit alle darin vorkommenden wasserlöslichen Stoffe entfernt werden. Unvollständig ausgekochtes Kautschuk liefert beim späteren Vulcanisiren blasige Kautschukwaaren. Nach dem Kochen oder besser vorher wird das Kautschuk mittels eines mit sehr großer Geschwindigkeit laufenden Kreismessers von etwa 1 Fuß Durchmesser, welches durch auffließendes Wasser kalt gehalten wird — in Stücke von $^1/_4$ bis $^1/_2$ Pfd. zerschnitten.

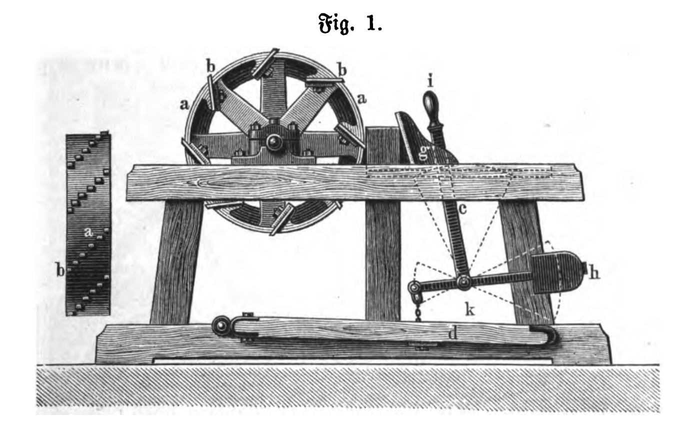
Das durch Eintrocknen des Saftes gewonnene Kautschuk verliert beim Waschen am meisten. Gutes Paragummi verliert ungefähr 4 Proc., andere Kautschuksorten bis zu 16 bis 18 Proc. Das feine Parakautschuk bedarf keiner weiteren Reinigung, sondern kann nach vollständigem Trocknen verarbeitet werden; dagegen bedürfen die meisten übrigen amerikanischen Sorten, ostindische und afrikanische, einer weiteren mechanischen Reinigung.

Eine zum Schneiden des Kautschuks dienende Maschine ist in Fig. 1 abgebildet.

Die Maschine enthält ein eisernes Rad *a* von $1^1/_2$ Fuß Durchmesser und 8 Zoll Breite, mit einer großen Menge schräg eingesetzter Meißel oder Hobeleisen *bb*, welche nur wenig über die Peripherie hervorragen und deren Anordnung in sechs Reihen aus der separat gezeichneten Walze ersichtlich ist. Zum Andrücken des Kautschuks dient eine Hebelvorrichtung *d*, auf welche sich der Arbeiter stellt, um ihn durch sein Körpergewicht niederzudrücken, ferner einem zweiten Winkelhebel *c*, der seinen Drehpunkt in *k* hat und dessen oberes schaufelartiges Ende *g* das Kautschuk gegen die Meißel drückt. Ein Gegengewicht *h* bringt den Drücker zurück, dessen Handhabung außerdem durch einen Handgriff *i* erleichtert wird. Das mit großer Geschwindigkeit sich drehende Rad zerreißt das Kautschuk, welches übrigens in diesem Fall nicht vorher erweicht sein darf, in

kleine Späne, die man nun dem Holländer übergiebt. Dieser letztere, ganz von der in der Papierfabrik gebräuchlichen Einrichtung und auch mit Wasser gefüllt, zerreißt das Kautschuk in kleine Fetzen, die des geringeren specifischen Gewichts

Fig. 1.



wegen auf dem Wasser schwimmen, während die losgetrennten Unreinigkeiten meistens zu Boden sinken.

Statt des Holländers bedient man sich jetzt in den meisten Kautschukfabriken zum Waschen des Kautschuks der sogenannten Waschwalzen.

Die Reinigungswalzen bestehen aus zwei neben einander liegenden gußeisernen Walzen von etwa 4 Fuß Länge und 10 bis 12 Zoll Durchmesser. Ihre Zapfen sind von ineinandergreifenden Zahnrädern von ungleichem Durchmesser versehen, um sie mit ungleicher Geschwindigkeit drehen zu können. In Fabriken, wo man sich dieser Walzen auch zum ferneren Durcharbeiten des Kautschuks bedient, sind die Walzen hohl, um sie durch Zuleitung von Dampf erwärmen zu können; auch ist in diesem Fall die Umdrehungsgeschwindigkeit eine gleiche. Die Construction der Maschine ist in Fig. 2 veranschaulicht.

Waschwalzen.

Fig. 2 zeigt die Maschine von der Seite, Fig. 3 in der Ansicht von oben. *G* ist ein gußeisernes Gestell der Maschine, *HH* Querstangen, durch welche die beiden Wangen des Gestells mit einander verbunden sind; *II'* gußeiserne Walzen, die auf ihrer Oberfläche rauh sind und sich um die Zapfen *JJ* drehen. Die Lager der Zapfen *JJ* sind beweglich und können mittels Schrauben *K* vor- und rückwärts geschoben werden, um die Walzen *II'* mehr von einander zu entfernen oder einander näher zu bringen. *N* Riemenscheibe, welche der Maschine die Bewegung mittheilt; sie macht per Minute 50 Umdrehungen; *N'* lose Riemenscheibe. Die Bewegung wird mittels der Welle *o*, die in den Lagern *i* liegt, dem Rade *P* mitgetheilt, welches seinerseits das Rad *Q* und dadurch die Walze *I'* in Bewegung

setzt. Diese überträgt die Bewegung mittels des Rades *R* auf das Rad *S* und dadurch auf die Walze *I*. In Folge der verschiedenen Größe der Räder *R* und *S* dreht sich die Walze *I* um $1/3$ langsamer wie die Walze *I'*, was zum Erfolg hat, daß das zwischen die Walzen gebrachte Kautschuk durch die eine derselben stärker angezogen wird, wie durch die andere; es wird deshalb zerrissen, während es zugleich eine Art Streckung erleidet, wobei die zerrissenen Theile in gewissem

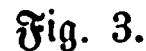


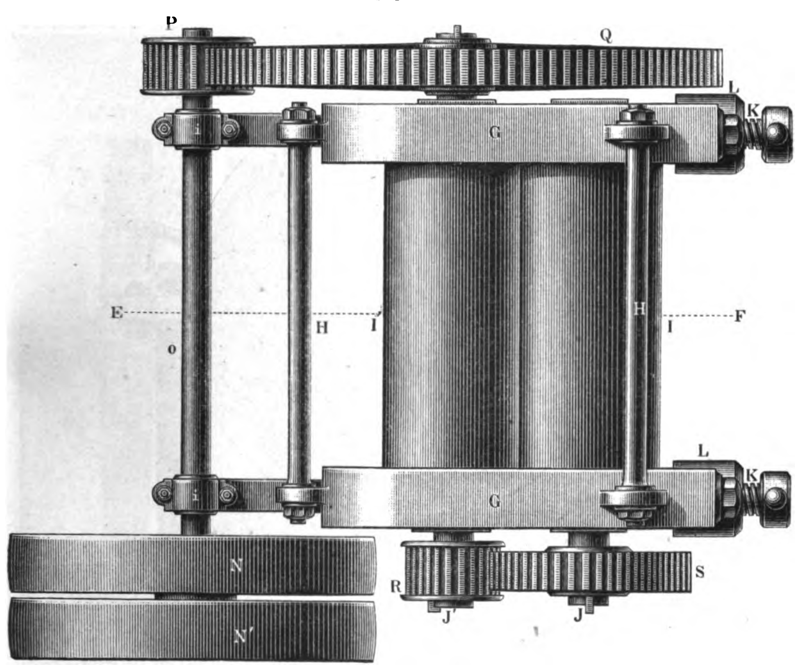
Fig. 2.

Maße zusammenschweißen. Ein Wasserstrahl, den man beständig auf die Cylinder fließen läßt, nimmt Erde und andere Unreinigkeiten, welche im Kautschuk enthalten sind und durch die Zerreißung desselben bloßgelegt werden, mit sich fort.

Der Arbeiter bringt das zerschnittene Kautschuk zwischen die mit mäßiger Geschwindigkeit (etwa 20 Umgänge in der Minute) sich drehenden Walzen; anfänglich werden letztere nicht zu eng gestellt, um das Kautschuk nicht gleich zu starkem Druck auszusetzen und zu verhindern, daß nicht etwa fremde Körper die Walzen beschädigen. Hat das Kautschuk einmal das Walzwerk passirt, so stellt man die Walze etwas enger und walzt das Kautschuk von Neuem durch. Das Kautschuk drückt sich dabei breit, walzt sich aus einander, während zugleich die einzelnen Stücke sich zu einem zusammenhängenden Streifen vereinigen. Die einzelnen Theile des Kautschuks werden durch die sich unter einer Linie

berührenden und zusammendrückenden Walzen von einander gerissen, darin enthaltene wasserlösliche fremde Substanzen durch das auffließende Wasser gelöst und mit dem Waschwasser fortgeführt. Nach dem Waschen auf dem Walzwerk wird das Kautschuk zuerst an einem warmen Orte, gewöhnlich in der Nähe des


Fig. 3.



Dampfkessels, längere Zeit getrocknet. Je sorgfältiger und länger das Trocknen des Kautschuks geschieht, um so weniger Gefahr ist vorhanden, daß die daraus dargestellten Waaren beim späteren Vulcanisiren schadhaft werden. Dieser Umstand ist von so großer Wichtigkeit, daß wir noch etwas näher darauf eingehen wollen.

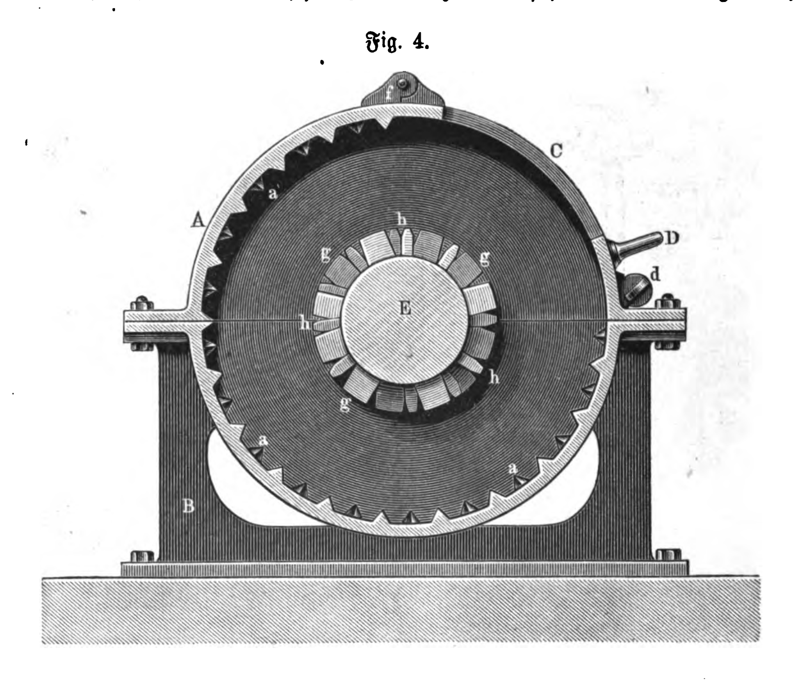
Wie schon früher erwähnt, nimmt das Kautschuk 18 bis 26 Proc. Wasser auf; das einmal aufgenommene Wasser wird sehr langsam wieder abgegeben, da beim Trocknen die äußeren Poren des Kautschuks sich schließen und das Verdunsten aus dem Innern verhindern. In compacten Stücken behält das Kautschuk daher manchmal jahrelang sein Wasser. Je dünner es ausgewalzt ist, um so leichter gelingt die Trocknung. Auf dem Walzwerk gewaschenes Kautschuk sollte mindestens 14 Tage warm getrocknet werden, ehe es zur Weiterverarbeitung kommt.

Wird noch wasserhaltiges Kautschuk zur Weiterverarbeitung gegeben, ohne daß vorher durch hinreichendes Walzen auf den heißen Mischwalzen das Wasser vollständig daraus entfernt wird, so entstehen beim Vulcanisiren der Kautschukwaaren blasige Stellen in den letzteren. Dieses Blasigwerden ist durch Ver-

dunstung einer geringen Menge Wassers bei der hohen Temperatur hervorgerufen worden.

Die weitere Verarbeitung des Kautschuks erfolgt nun entweder nach dem älteren System in der Knetmühle, oder nach neuerem Verfahren zwischen Walzen. Knetmühlen finden auf deutschen Fabriken zwar noch selten Verwendung, doch

Fig. 4.



wollen wir der Vollständigkeit halber hier eine Zeichnung und Beschreibung der Knetmühle von Auber u. Girard (Dingl. pol. Journ. Bd. 130, S. 187) bringen.

Knetmaschine.

Die Figur 4 zeigt die Maschine von der Stirnseite, die Fig. 5 dieselbe von neben gesehen (Durchschnitt).

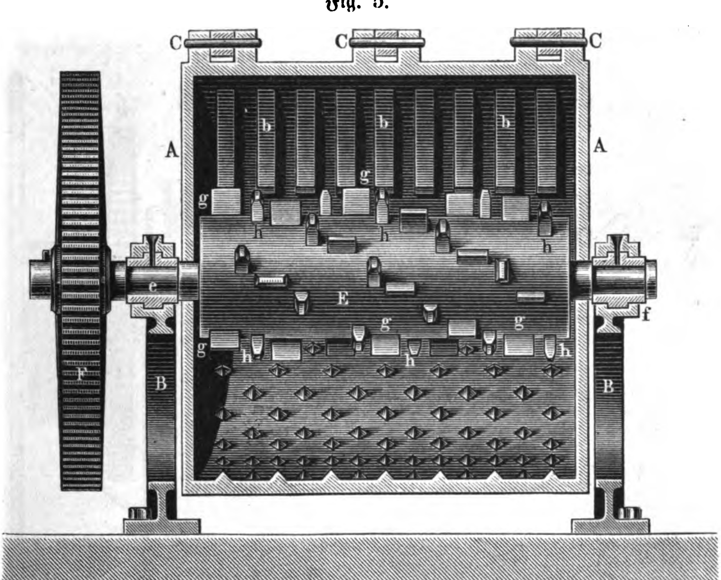
A ist ein festliegender gußeiserner Cylinder, welcher an seiner Innenseite mit Zähnen *aa* besetzt ist.

In demselben bewegt sich eine Walze *E*, die gleichfalls auf ihrer Oberfläche mit Zähnen, oder eigentlich größeren oder kleineren nach verschiedenen Richtungen stehenden Zapfen *g* und *h* versehen ist. Die Walze *E* ruht in den Lagern *e* und *f* des festen Gestells *B* und wird durch das Zahnrad *F* in Umdrehung versetzt. Das Füllen und Entleeren geschieht durch die verschließbaren Oeffnungen *C*.

Das Walzen.

Das Walzen hat gegenüber dem Kneten einestheils den Vortheil, daß zum Betrieb weit weniger Kraft erforderlich ist und der Verlauf der Operation durch

Fig. 5.



den Arbeiter verfolgt werden kann, wodurch ein Ueberhitzen des Kautschuks sowie manche andere Uebelstände verhindert werden.

Man bedient sich zweier Arten von Walzen, solcher, bei denen die Cylinder horizontal neben einander liegen, und solcher mit verticaler Lage der Cylinder.

Die Construction der Walzwerke nach Goodyear mit horizontalliegenden Cylindern ist ähnlich wie die in Fig. 2 und Fig. 3 dargestellte Waschwalze, nur haben die Cylinder gleichmäßige Bewegung, sind innen hohl und können durch Dampf erhitzt werden.

Die Beschaffenheit der Walzwerke mit über einander liegenden Cylindern ist aus Fig. 6 und Fig. 7 ersichtlich.

aa sind die hohlen Walzen, deren untere sich in den festen Gerüsten *bb* dreht, während die obere mit ihren Lagern einer auf- und absteigenden Bewegung fähig ist und durch Hebel und Gewichte gegen die untere gedrückt werden kann. Die Gewichte *c* ziehen vermöge des Hebels *d* die Verbindungsstange *e* und damit auch die Hebel *f* herab, welche ihrerseits wieder durch die Stangen *g* auf die Lager der oberen Walze drücken und dieselbe mit großer Gewalt gegen die

untere Walze pressen. Diese Einrichtung soll den Vortheil haben, daß bei ungewöhnlich starken Widerständen, wie solche durch Steine in dem Kautschuk leicht entstehen können, die obere Walze nachgeben kann, was, wenn die obere und die untere Walze in den Lagern festlägen, leicht zu einem Walzenbruch führen könnte. Um je nach Erforderniß den Druck reguliren zu können, hängen


Fig. 6.

die Enden der Hebel *d* an Ketten *hh*, die sich in den Rollen *ii* auflegen und durch Drehung der Welle *k* mittels des Handrades *l* beliebig angezogen werden können, wodurch der Druck vergrößert oder vermindert wird.

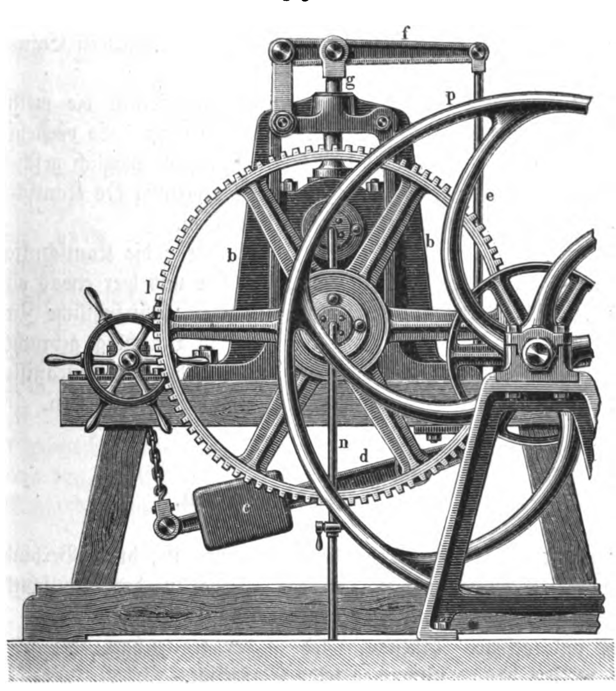
Durch das Dampfrohr *m*, dessen Schenkel in Stopfbüchsen durch die hohlen Zapfen der Walzen gehen, kann durch Zuleitung von Dampf die Walze erhitzt werden; der überflüssige Dampf oder das condensirte Wasser entfernt sich durch die Röhren *nn*. Das Dampfrohr *m* ist mit einem Schraubenventil versehen, um die Zuleitung des Dampfes nach Erforderniß reguliren zu können. Der Gang des Walzwerks wird durch die Zeichnungen Fig. 6 und Fig. 7 genügend erläutert. *oo* sind die Antriebscheiben; *p* ist ein Schwungrad und *q* ist ein auf der unteren Walze sitzendes Zahnrad. Die Größe der Walzen ist in der Regel 1,30 m Länge und 0,45 bis 0,50 m Durchmesser.

Statt der Hebel und Gewichte bewirkt man in neuerer Zeit meistens den Druck auf die obere Walze durch starke Federn, die noch mittels Schrauben

gespannt werden können. Sie befinden sich zwischen den Lagern der oberen Walze und den genannten Schrauben und bewirken durch ihre Elasticität, daß ein Brechen der Walzen bei zu starkem Druck, wenn z. B. ein harter Gegenstand durchpassirt, nicht stattfinden kann.

Das Verarbeiten des Kautschuks auf den Walzen ist von größter Wichtigkeit, um fehlerfreie Kautschukwaaren darzustellen. Besonders müssen solche


Fig. 7.



Kautschuksorten, die noch nicht genügend lange getrocknet sind, 40 bis 45 Minuten gewalzt werden, um etwa darin vorhandenes Wasser durch Verdampfen zu entfernen. In vielen Fabriken werden die einzelnen Kautschuksorten, nachdem sie vorher genügend lange getrocknet sind, auf den Walzen gehörig gewalzt und dann bis zur späteren Benutzung bei Seite gelegt.

Kautschuksorten, wie z. B. das afrikanische, die auf den heißen Walzen kleben, werden mit etwas Talkum (Talkerde) vermischt und die Walzen nicht zu stark erhitzt. Das afrikanische Kautschuk muß länger gewalzt werden als die besseren Sorten, wie Para &c.

Die Operation des Walzens ist sehr einfach. Der Arbeiter bringt das Kautschuk zwischen die heißen Walzen, die sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 20 Umgängen in der Minute drehen.

Das Kautschuk preßt sich dann zu einem an einer der beiden Walzen hängen bleibenden breiten Band oder Ueberzug, das der Arbeiter immer wieder von der Walze abrollt und mit der schmalen Seite wiederholt zwischen die Walzen einführt.

Diese Operation wird so oft vorgenommen, bis das Kautschuk vollständig durchgewalzt ist. Meistens walzt man 5 bis 6 kg Kautschuk auf einmal.

Das gehörig vorbereitete Kautschuk wird hiernach mit Schwefel, event. auch mit anderen mineralischen Beimischungen, wie: Zinkoxyd, Schwerspath, Kreide &c., auf den Mischwalzen gehörig gemischt. Als Mischwalzen bedient man sich meistens der Maschinen mit horizontal neben einander liegenden Cylindern, die wir in Fig. 2 und Fig. 3 darstellen.

Auf diesem Walzwerk gelingt es leicht, ohne Verlust die meist pulverförmigen Beimischungen mit dem Kautschuk zu vereinigen. Es versteht sich von selbst, daß das Mischen auf den Walzen so sorgfältig als möglich geschehen muß.

Ehe wir zur weiteren Besprechung der Verarbeitung des Kautschuks übergehen, wollen wir die Vulcanisirung näher betrachten.

Da gerade die Operation des Vulcanisirens für die Kautschukfabrikation der heikelste und wichtigste Punkt ist, so wollen wir uns hier etwas eingehender mit dieser Frage beschäftigen. Wir geben zuerst eine übersichtliche Zusammenstellung aller zum Vulcanisiren des Kautschuks in Vorschlag gebrachten Substanzen. Dann werden wir die verschiedenen Methoden des Vulcanisirens kurz besprechen und dabei die jetzt gebräuchlichsten besonders hervorheben.

Das Vulcanisiren.

Der Zweck des Vulcanisirens des Kautschuks ist, durch Verbindung mit Schwefel oder Schwefelverbindungen das Verhalten des Kautschuks gegen Wärme und gegen Lösungsmittel zu verändern.

Nicht vulcanisirtes Kautschuk wird in der Kälte hart, bei 50 bis 60° weich und verliert dann vollkommen seine Elasticität.

Auch ist seine Widerstandsfähigkeit gegen chemische Agentien bedeutend geringer. Vulcanisirtes Kautschuk behält seine Elasticität in der Kälte und in der Wärme, und ist gegen fast alle chemischen Lösungsmittel unempfindlich.

Erst seitdem es gelang, dem Kautschuk und der Guttapercha durch Vulcanisiren oder Brennen diese Eigenschaft zu verleihen, datirt der Aufschwung dieser Industrie.

Es war Lüdersdorf in Berlin, welcher bei Versuchen über das Auflösen des Kautschuks mittelst Terpentinöls fand, daß man dem Kautschuk die lange verbleibende Klebrigkeit durch einen geringen Zusatz von Schwefel vollständig nehmen könnte. Seine Erfahrungen legte er in einer Schrift nieder: „Das Auflösen und Wiederherstellen des Federharzes zur Herstellung von luft- und wasserdichten Geweben. Berlin 1832.“

Lüdersdorf setzte den Schwefel nur in der Absicht zu, dem Kautschuk die durch das Lösen erhaltene Klebrigkeit zu nehmen.

Das Brennen des mit Schwefel incorporirten Kautschuks kannte Lüdersdorf noch nicht.

Die Lüdersdorf'sche Beobachtung blieb in Deutschland unbeachtet und wurde nicht weiter verfolgt.

Nach Lüdersdorf versuchte der Amerikaner Hayward 1834 Kautschuk mit Schwefel zu mischen; aber nicht ihm, sondern erst dem Amerikaner Goodyear glückte es, die eigentliche Methode des Vulcanisirens 1839 zu entdecken. Nach Vervollständigung seiner Entdeckung ließ er sich 1844 sein Verfahren zuerst in Amerika, und dann in England patentiren.

Der Engländer Thomas Hancock, der sich schon lange mit der Verwendung des Kautschuks beschäftigte, verschaffte sich 1842, wie schon früher erwähnt, Proben vulcanisirten Kautschuks und fand durch analytische Untersuchungen, daß Schwefel darin enthalten sei. Durch Eintauchen der Kautschukwaaren auf kurze Zeit in geschmolzenen Schwefel und nachheriges Erhitzen der geschwefelten Waare gelang es ihm (auf einem von Goodyear verschiedenen Wege), die Vulcanisation des Kautschuks zu erreichen. Noch vor Goodyear nahm Thomas Hancock 1843 ein Patent und muß derselbe hiernach „formell“ als der Erfinder des Vulkanisirens betrachtet werden, während es außer Zweifel steht, daß Goodyear das Vulcanisiren früher kannte als Hancock.

Später wurden an Stelle des Schwefels zahlreiche Schwefelverbindungen zum Vulcanisiren des Kautschuks in Vorschlag gebracht und werden einige derselben theilweise noch heute verwendet.

Wir geben hier eine Zusammenstellung der verschiedenen Substanzen zum Vulcanisiren von Kautschuk, für deren Verwendung bis zum Jahre 1866 Patente in England nachgesucht wurden. Die wichtigsten werden wir specieller besprechen.

Patente wurden ertheilt:

1. Ueber die Verwendung von Schwefelantimon an: Hancock, Burke, Moulton, Scoutetten, Jeune, Forster.
2. Ueber die Verwendung von Schwefelarsen oder Operment an: Hancock, Parkes, Brockedon and Hancock, Moulton, Forster.
3. Ueber die Verwendung von Chlorverbindungen, Fluor-, Brom- und Jodverbindung, salpetersauren und phosphorsauren alkalischen Erden und Metalloxyden an: Parkes, Brockedon and Hancock, Duvivier und Chaudet.
4. Ueber die Verwendung von unterschwefligsaurem Blei an: Moulton, Rider, Cooley, Jennings und Lavater, Fontainemoreau 2c.
5. Ueber die Verwendung von Schwefelblei an: Moulton, Cooley, Rider, Fontainemoreau.
6. Ueber die Verwendung von Calciumsulfhydrat an: Hancock, Moulton, Fontainemoreau.

7. Ueber die Verwendung von Schwefelquecksilber an: Bateman und Forster.
8. Ueber die Verwendung von Schwefelchlorür an: Parkes, Brockedon und Hancock, Macintosh, Wray 2c.
9. Ueber die Verwendung von Schwefelalkalien an: Hancock, Moulton.
10. Ueber die Verwendung von schwefligsaurem Gas an: Westhead, Nickels, Hughes.
11. Ueber die Verwendung von schwefligsaurem Zink, unterschwefligsaurem Zink an: Moulton, Rider, Johnson, Brookes, Rinck, Rostaing, Forster 2c.

Für die Verwendung des Schwefels zum Vulcanisiren wurden mehr als hundert Patente in England ertheilt.

Die wichtigste und noch heute allgemein angewandte Vulcanisirungsmethode ist die zuletzt erwähnte mittels Schwefel.

Man unterscheidet das Hancock'sche und das Goodyear'sche Verfahren.

1. Hancock'sches Verfahren. Die geformten Kautschukwaaren oder ausgewalzten Kautschukblätter werden in geschmolzenem auf 116 bis 121° C. erhitztem Schwefel so lange liegen gelassen, bis die ganze Masse vom Schwefel durchdrungen ist und im Inneren gelblich erscheint. Nach dem Herausnehmen und Abkratzen der äußeren Kruste von erstarrtem Schwefel wird das Kautschuk noch einige Zeit auf eine Temperatur von 140 bis 160° C. je nach der Dicke der Stücke erhitzt. Das Kautschuk nimmt dabei $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ seines Gewichtes an Schwefel auf. Der Schwefel, welcher dem Kautschuk durch Eintauchen in geschmolzenen Schwefel nur incorporirt wurde, kommt erst beim nachherigen Erhitzen zur Wirkung.

Nach einer anderen von Hancock angegebenen Methode soll das Kautschuk gleichzeitig der Einwirkung von überhitztem Wasser- und Schwefeldampf, je nach der Dicke der zu vulcanisirenden Stücke 1 bis $1^1/_2$ Stunden ausgesetzt werden.

Beide Vulcanisirungsmethoden von Hancock werden ihrer Umständlichkeit wegen gegenüber dem Goodyear'schen Verfahren in der Technik nicht mehr angewendet.

Große Nachtheile des Verfahrens waren die, daß dickere Kautschukstücke sehr lange Zeit brauchten, bis sie von dem Schwefel durchdrungen waren, und außerdem hielt es sehr schwer, die Operation des Schwefelns richtig zu leiten.

2. Nach dem Goodyear'schen Verfahren wird das Kautschuk in der Knetmaschine oder dem Walzwerk mit dem zehnten Theil seines Gewichtes an Schwefelblumen oder fein gemahlenem Schwefel vermischt und diese Masse sodann in einem Dampfkessel oder in einem geheizten Raume einer Temperatur von 130 bis 140° C. ausgesetzt.

Das wie auf Seite 59 angegeben vorbereitete Kautschuk wird auf den sogenannten Mischwalzen mit $^1/_{10}$ bis $^1/_4$ seines Gewichtes an Schwefelblumen durch öfteres Durchwalzen gleichmäßig gemischt.

Die Menge des Schwefels wird von verschiedenen Fabrikanten verschieden gewählt und schwankt zwischen 10 und 24 Procent. Die erstere Quantität Schwefel ist mehr als genügend um das Kautschuk zu vulkanisiren. Beim

Brennen des stark mit Schwefel gemischten Kautschuks muß die größte Vorsicht angewendet werden, wenn das Kautschuk noch flexibel und nicht hornisirt sein soll. Versuche haben ergeben, daß schon bei einem Zusatz von 6 bis 7 Procent Schwefel die Vulcanisation vollständig erreicht wird. Der über diese Menge hinzugesetzte Schwefel dient nur als mechanische Beimischung.

Von größter Wichtigkeit für das Gelingen der Vulcanisirung ist die sorgfältige Mischung auf den Mischwalzen, die eine gleichmäßige Vertheilung des Schwefels in der Kautschukmasse bewirken soll.

Meistens werden zum Mischen Walzwerke von ähnlicher Construction wie die Waschwalzen (Figuren 2 und 3) benutzt, nur mit dem Unterschiede, daß die Walzen selbst hohl sind und durch Dampf geheizt werden können. Das Mischen geschieht in folgender Weise:

4 bis 5 kg Kautschuk werden zwischen den heißen, anfangs weit, später enger zu stellenden Walzen mehrmals durchgetrieben. Die hervortretende Kautschukplatte wird mit Schwefelblumen dünn bestreut, dann zusammengerollt, durch Auswalzen wieder zu einer Platte ausgezogen und von Neuem wieder mit Schwefelblumen bestreut, bis die nöthige Menge Schwefel zugesetzt ist. Meistens fügt man außer Schwefel auch noch andere Körper zu. Diese Zusätze dienen entweder zum Färben oder zum Beschweren. Zum Färben [1]) benutzt man meistens folgende Körper:

Talkpulver,
Zinkoxyd,
Bleiweiß,
Bleiglätte,
Zinnober,
Schwefelantimon,
Kienruß 2c.

Als Beschwerungsmittel werden hauptsächlich
Schwerspath und
Kreide
verwendet.

Es bedarf keiner Erwähnung, daß die letzteren Substanzen nur zur Verschlechterung der Qualität beitragen; erstere werden in geringer Menge zugesetzt nicht nachtheilig wirken.

Wir kommen auf diesen Gegenstand bei Besprechung der Verfälschungen und der Werthbestimmung der Kautschukwaaren wieder zurück. — Dort werden wir eine übersichtliche Darstellung aller in Vorschlag gebrachten Beimischungen geben. — Bei Beschreibung der Herstellung der einzelnen Kautschukwaaren werden wir die verwendeten Beimischungen ebenfalls kurz erwähnen.

Die meisten als Zusätze verwendeten Substanzen sind mechanisch, nicht chemisch gebunden in der Kautschukmasse eingeschlossen. Nur einzelne, wie

[1]) In neuerer Zeit kommen bei dem Färben des Gummis auch Anilinfarben in Anwendung, wie wir bei der Patentgummiwaarenfabrikation noch näher hervorheben werden.

z. B. Schwefelantimon, können theilweise, ähnlich wie der Schwefel, chemisch gebunden werden.

Statt des Schwefels hat man, wie schon früher erwähnt, eine Reihe von Schwefelverbindungen zum Vulcanisiren in Vorschlag gebracht.

Die mit Schwefel vulcanisirten Kautschukgegenstände haben die unangenehme Eigenschaft, daß nach längerem Liegen der Schwefel ausschlägt oder auswittert. Durch die Anwendung der Schwefelverbindungen suchte man diesen Uebelstand zu vermeiden. Das wichtigste, noch heute bei der Vulcanisation im Gebrauche befindliche Schwefelmetall ist das Schwefelantimon. Ch. Hancock empfahl es 1847 mit noch anderen Schwefelverbindungen zum Vulcanisiren der Guttapercha. William Bourke verwendete es 1849 als Zusatz zu Kautschuk und Guttapercha bei der Herstellung von wasserdichten Geweben. Er mischte das Kautschuk oder die Guttapercha mit dem präcipitirten Schwefelantimon und erhitzte später die Masse.

Man setzt das Schwefelantimon in Mengen von 5 bis 15 Proc. zum Kautschuk zu. Das Brennen geschieht bei einer Temperatur von 126 bis 137° C.

Die auf diese Weise vulcanisirten Kautschukwaaren zeigen ein rothbraunes Aussehen und sollen an Festigkeit das mit Schwefel allein vulcanisirte Kautschuk noch übertreffen. Es soll widerstandsfähig gegen Sonnenstrahlen sein und bei niederer Temperatur seine Flexibilität beibehalten. In England wird namentlich eine beliebte Qualität von Kautschuk fabricirt, die rothbraun ist und keine Auswitterung von Schwefel zeigt. Die deutschen Sorten schlagen bei längerem Liegen immer etwas weiß aus und sind daher nicht so beliebt. Wahrscheinlich nehmen die Engländer schwefelfreies Schwefelantimon zum Vulcanisiren.

Nach dem Schwefelantimon sind es die Schwefelverbindungen des Bleies (das unterschwefligsaure Blei sowie auch das Schwefelblei), welche schon im Jahr 1847 von Moulton zum Vulcanisiren empfohlen wurden.

Dieselben wurden entweder einzeln oder gemengt mit oder ohne einen Zusatz von kohlensaurer Magnesia dem Kautschuk zugesetzt. Für elastische Artikel empfahl er auf 1 kg Kautschuk 60 bis 500 g der Schwefelverbindungen, für härtere wurden noch 125 bis 500 g kohlensaure Magnesia zugesetzt. Zum Brennen wurde die Kautschukmasse auf 105 bis 137° für härtere, auf 130 bis 149° entweder trocken oder durch Dampf 3 bis 5 Stunden erhitzt.

Später empfahl Moulton eine Mischung von unterschwefligsaurem Blei oder unterschwefligsaurem Zink mit Schwefelblei oder Schwefelzink, entweder die Zinksalze oder die Bleisalze allein, zum Vulcanisiren zu verwenden.

Die mit Schwefelblei oder unterschwefligsaurem Blei vulcanisirten Kautschuksorten sollen sehr flexibel sein und nicht ausschlagen, da sie keinen freien Schwefel enthalten. In Deutschland ist die Methode noch nicht allgemein zur Anwendung gekommen. Die Schwefelverbindungen der Erdalkalien, namentlich das Schwefelcalcium wurden von Hancock 1847 zum Vulcanisiren von Guttapercha empfohlen. Er empfahl auf 48 Thle. Guttapercha 6 Thle. Calciumsulfhydrat. Die damit gemischten Sachen wurden unter Druck in Wasser gekocht. Wir haben selbst Versuche angestellt und gefunden, daß

Schwefelcalcium oder Schwefelbaryum in einer Menge von 10 bis 15 Procent dem Kautschuk zugesetzt und auf 132 bis 145° erhitzt recht gut vulcanisirend wirkt; die dann vulcanisirten Kautschukwaaren zeigen das lästige Ausschlagen des Schwefels nicht und empfiehlt es sich daher, diese Methode da anzuwenden, wo die Kautschukwaaren einen reinen Farbenton erhalten sollen.

Wegen seines hohen Preises wird das Schwefelquecksilber nur in den Fällen angewendet, wo es gleichzeitig als Farbe dient. Es wirkt ebenfalls sehr gut vulcanisirend.

Eine Mischung von Schwefelwismuth und Schwefelblei verwendete Tonner zuerst. Er empfahl 5 kg Wismuth und 5 kg Blei zu schmelzen und die Hälfte des Gewichtes an Schwefel zuzusetzen; nach dem Erkalten wurde die geschmolzene Masse pulverisirt und auf 3 Thle. Kautschuk 1 Thl. dieser Schwefelverbindung zugesetzt und bei 138 bis 142° vulcanisirt. Das mit dieser Mischung vulcanisirte Kautschuk soll eine außerordentlich hohe Temperatur (200° C.) vertragen können, ohne daß es hart oder brüchig wird.

Wir haben auch Versuche mit dieser Mischung angestellt, konnten aber nicht sicher constatiren, daß das erhaltene Product so widerstandsfähig bei erhöhter Temperatur ist.

Die Verwendung von Schwefelzink, unterschwefligsaurem Zink und schwefligsaurem Zink wurde zuerst von Moulton, später von Rider und Johnson vorgeschlagen.

Näheres über die Qualität der damit vulcanisirten Kautschukwaaren ist uns nicht bekannt.

Girard empfahl zuerst die Schwefelalkalien, namentlich das Fünffachschwefelkalium zum Vulcanisiren. Nach ihm werden die zu vulcanisirenden Gegenstände in einer 25° Bé. starken Lösung von Drei- oder Fünffachschwefelkalium unter Druck bei 138 bis 140° C. drei Stunden erhitzt.

Versuche, die wir im Kleinen anstellten, ergaben, daß die Methode recht gute Resultate liefert. Für die meisten Zwecke ist sie jedoch etwas umständlich. Schon beim Kochen unter gewöhnlichem Druck nimmt das Schwefelkalium den besonders klebrigen Kautschuksorten ihre Klebrigkeit. Wie hier die Wirkung des Schwefelkaliums ist, ob sich Schwefel abspaltet, der von dem Kautschuk aufgenommen wird, oder ob das Schwefelkalium als solches von dem Kautschuk absorbirt wird, vermögen wir nicht zu sagen. Das Fünffach- oder Dreifachschwefelkalium, selbst gemischt mit Zinkoxyd oder kohlensaurem oder Aetzkalk, dem Kautschuk in Mengen von 8 bis 12 Proc. zugesetzt, soll ebenfalls ein gut vulcanisirtes Product liefern.

Vulcanisiren mit Schwefelchlorür nach der Methode von Parkes.

Die noch heute in der Kautschukindustrie, besonders bei Herstellung von kleineren Kautschukgegenständen gebräuchliche Methode, wurde im März 1846 von Alex. Parkes empfohlen. Die Vulcanisation erfolgt bei gewöhnlicher Temperatur ohne künstliches Erhitzen und in sehr kurzer Zeit. Man verfährt dabei in folgender Weise:

2½ Thle. Schwefelchlorür werden in 100 Thln. entwässertem reinem Schwefelkohlenstoff gelöst und in diese Mischung die zu vulcanisirenden Gegen-

stände je nach der Dicke der letzteren $1\frac{1}{2}$ bis 3 Minuten eingetaucht. Hierauf werden sie bei gelinder Temperatur, etwa 25° C., getrocknet und nochmals 1 bis $1\frac{1}{2}$ Minuten eingetaucht.

Nach dem Eintauchen wäscht man sie in einer schwachen Lösung von kohlensaurem Natron und dann in reinem Wasser und trocknet zuletzt.

Am zweckmäßigsten vulcanisirt man auf diese Weise nur dünnere Kautschukwaaren, da bei dickeren durch zu lange Einwirkung des Schwefelchlorürs, um das Kautschuk im Inneren gehörig zu vulcanisiren, die Gefahr des Verbrennens eine zu große wird. Will man jedoch etwas dickere Kautschukgegenstände nach der Parkes'schen Methode vulcanisiren, so empfiehlt es sich statt $2\frac{1}{2}$ nur $1\frac{1}{2}$ Thle. Schwefelchlorür auf 100 Thle. Schwefelkohlenstoff zu verwenden, die Einwirkung etwas länger andauern zu lassen und das Eintauchen ein- bis zweimal zu wiederholen.

G. Gerard empfiehlt dieselbe Quantität Schwefelchlorür in Schwefelkohlenstoff gelöst zu verwenden, aber nach dem jedesmaligen Eintauchen die Gegenstände sofort in kaltes Wasser zu bringen und einige Zeit darin liegen zu lassen. Das Schwefelchlorür hat auf diese Weise Zeit in das Innere des Kautschuks zu dringen, ohne daß die Oberfläche der Gegenstände durch eine Ueberschweflung spröde wird, weil das an der Oberfläche sich befindende Schwefelchlorür bei der Berührung mit Wasser sofort in Salzsäure, schweflige Säure und ungebunden bleibenden Schwefel zersetzt wird. Es versteht sich von selbst, daß die Gegenstände vor dem wiederholten Zurückbringen in das Schwefelchlorürbad vorher getrocknet werden.

Die Parkes'sche Methode zeichnet sich vor den anderen beschriebenen Methoden durch große Einfachheit und rasche Ausführbarkeit aus; sie erfordert weder kostspielige Apparate, noch sind die Kosten der zur Verwendung kommenden Materialien bedeutend zu nennen. Sie empfiehlt sich namentlich zur Herstellung kleiner Gegenstände aus geschnittenen Kautschukplatten, z. B. Tabacksbeutel, Eisbeutel, Spritzen, Sauger 2c.

Im Handel nennt man die nach dem Parkes'schen Verfahren hergestellten Gegenstände „Patentgummiwaaren". Als Nachtheile hat man dem Verfahren vorgeworfen, daß man keine dickeren als 3 bis 4 mm dicke Gegenstände damit vulcanisiren könne, und daß bei denjenigen Waaren, welche in einer etwas zu starken Lösung oder zu lange eingetaucht werden, das Kautschuk bald darauf Brüchigkeit zeigt.

Da, wie wir schon früher erwähnten, der Schwefelkohlenstoff nachtheilige, giftige Eigenschaften besitzt, wodurch die Arbeiter gefährlich belästigt werden, so wendet Humfhrey an Stelle des Schwefelkohlenstoffs das schon von Parkes empfohlene Petroleum als Lösungsmittel für das Schwefelchlorür an. Vor dem Gebrauch muß das Petroleum jedoch nach Humfhrey vollständig entwässert werden. Die Entwässerung geschieht auf folgende Weise: Man gießt 60 bis 80 kg Petroleum in ein Gefäß, das mit einem Rührwerk versehen ist und setzt 10 Proc. concentrirte Schwefelsäure zu. Es wird gehörig umgerührt und läßt man nach einiger Zeit die Säure sich absetzen. Man dekantirt das Petroleum in ein anderes Gefäß ab, setzt auf 1 hl 200 bis 250 g Aetzkalk in

Pulverform und eine kleine Menge Braunstein zu. Hierauf wird das Ganze der Destillation unterzogen.

Der Braunstein hat den Zweck die letzten Reste von schwefliger Säure, welche sich durch Einwirkung von Schwefelsäure auf das Oel gebildet hat, zurück zu halten[1]).

Die Anwendung des Petroleums gegenüber dem Schwefelkohlenstoff empfiehlt sich einestheils der Billigkeit, anderentheils der geringeren Belästigung der Arbeiter wegen.

Parkes hat später auch eine Methode angegeben, um Kautschuk durch Mischen in einer Knetmühle mit $^1/_{10}$ bis $^1/_8$ trocknem Chlorschwefel oder mit Schwefel getränkt mit Schwefelchlorür zu vulcanisiren. Die Masse wird noch warm in Formen gepreßt und dann gewaschen. Letztere Methode wird wohl kaum jemals in der Technik Verwendung gefunden haben, da sie keine Vortheile bietet.

Gaultier de Claubry schlug eine Mischung von Schwefel und Chlorkalk, die bekanntlich Schwefelchlorür gibt, zum Vulcanisiren vor. Er mischt Schwefelblumen mit Chlorkalk; die Masse erhitzt sich bald und zeigt einen starken Geruch nach Schwefelchlorür. Wenn man daher die beiden Substanzen dem Kautschuk zumischt, so vollzieht sich die Vulcanisation entweder bei gewöhnlicher Temperatur oder bei gelinder Wärme. Gaultier de Claubry's Verfahren beruht auf derselben Wirkung des Schwefelchlorürs wie das Parkes'sche, bietet aber gegen letzteres keine besonderen Vorzüge.

C. Schwanitz in Berlin setzt Glycerin zu dem Schwefel und vulcanisirt in einem Bade von Glycerin. Das auf diese Weise vulcanisirte Kautschuk soll widerstandsfähig gegen Oel und Fett sein, ohne daß seine übrigen Qualitäten dadurch beeinträchtigt werden. Nach Schwanitz' Verfahren wird das Kautschuk auf den Mischwalzen mit reinem Glycerin oder gleich mit einer Mischung von Glycerin mit festen Substanzen, wie Zinkoxyd, Kreide, Schwefelblumen 2c. versetzt. Als zweckmäßig empfiehlt er folgende Mischung:

Kautschuk	3000	g
Kreide	3000	„
Glycerin	500	„
Schwefelblumen	100	„

Die aus dieser Mischung geformten Gegenstände werden in ein Gefäß mit Glycerin gebracht, das hermetisch verschlossen werden kann und unter einem Druck von ca. zwei Atmosphären erhitzt. Die Dauer des Erhitzens richtet sich nach der Dimension der zu vulcanisirenden Gegenstände.

Für die meisten Gegenstände soll die Behandlung mit reinem Glycerin, um Unlöslichkeit in Fetten u. s. w. zu erzielen, ausreichen. Wir verstehen kaum,

[1]) Um sich zu versichern, ob das Petroleum zur Auflösung des Schwefelchlorürs wasserfrei genug ist, soll man nach Humfhrey ein Stückchen Kalium eintauchen und beobachten, ob dasselbe nach kurzer Berührung seine glänzende Oberfläche behält oder verliert. Ist noch Wasser in dem Petroleum, so bildet sich Kaliumoxyd, und wird dadurch die glänzende Oberfläche des Metalls getrübt.

wie Glycerin allein dem vulcanisirten Kautschuk diese Eigenschaft verleihen kann, dagegen läßt sich die Wirkung des Glycerins bei Gegenwart von Bleiglätte leichter begreifen. Denn bekanntlich bildet Glycerin mit Bleiglätte ziemlich widerstandsfähige feste Kitte und vermuthen wir, daß auf dem Verhalten des Glycerins zu Bleiglätte die Wirkung bei dem Vulcanisiren beruht.

Wir erwähnen hier noch ein sogenanntes metallisirtes Kautschuk, wie es von der französisch-amerikanischen Kautschukcompagnie nach dem Moniteur industriell 1880, Bd. 7, S. 64 und Dingl. pol. Journ. 236, S. 501, hergestellt wird.

Das Kautschuk wird mit pulverisirtem Blei oder Antimon gemischt und wie gewöhnlich vulcanisirt.

Welche besondere Güte dieses metallisirte Kautschuk haben soll und zu welchen Zwecken dasselbe Verwendung findet, können wir nicht sagen.

Das Brennen oder das eigentliche Vulcanisiren der Kautschukwaaren.

Alles mit Schwefel oder Schwefelverbindungen gemischte Kautschuk muß, um vulcanisirt zu werden, einige Zeit in einem Luft- oder Dampfbade erhitzt werden. Als die zum Vulcanisiren geeignetste Temperatur hat sich eine Wärme von 120 bis 136° C. herausgestellt. Bei dem Vulcanisiren von Gegenständen, die nicht so elastisch sein sollen, wie bei den Hartgummiwaaren, geht man mit der Temperatur auf 140 bis 142° C. Die Behauptung, daß schon bei 110° C. eine Vulcanisirung stattfinde, muß als irrthümlich bezeichnet werden. Wir haben uns durch Versuche überzeugt, daß selbst bei 4- bis 5-stündigem Erhitzen auf 100° keine vollständige Vulcanisirung erzielt wird. Um eine solche zu erreichen, muß nach unserer Ansicht der Schmelzpunkt des Schwefels, der bei 113° liegt, um einige Grade überschritten werden.

Die richtige Wahl einer je nach den vorliegenden Umständen entsprechenden Temperatur bildet den Hauptschwerpunkt der ganzen Kautschukfabrikation. War die Temperatur zu hoch, so verlieren die Kautschukwaaren bedeutend an Elasticität und werden nach einiger Zeit, besonders an der Oberfläche brüchig; war die Temperatur zu niedrig, so ist das Kautschuk noch nicht gar.

Man erkennt die Gare des Kautschuks daran, daß entweder das nicht gare Kautschuk, bei gelinder Wärme stark ausgedehnt, nicht seine ursprüngliche Form wieder annimmt, oder daß man durch einen starken Druck auf die noch warme Waare eine Vertiefung in derselben erzeugen kann.

Nicht gehörig erhitztes Kautschuk kann durch nochmaliges Erhitzen gebrannt werden.

Die Zeitdauer, in welcher eine vollständige Vulcanisirung bewirkt wird, ist abhängig einestheils von der Qualität des Kautschuks[1]), dann von den

[1]) So vulcanisirt sich das amerikanische, besonders Para-Kautschuk, langsamer als das ostindische.

Materialien, die als Beimischungen dem Kautschuk incorporirt sind, und von der Dicke und Größe der zu vulcanisirenden Objecte.

Kleinere Gegenstände sind schon nach einem einstündigen Erhitzen vulcanisirt, während größere 2 bis 3 Stunden dazu bedürfen.

Das Kautschuk scheint, wenn es mit dem geschmolzenen Schwefel in Berührung kommt, denselben durch allmäliges Einsaugen aufzunehmen. Die günstigste Temperatur zur Aufnahme des Schwefels muß bei 118 bis 119° liegen, da bei dieser Temperatur der geschmolzene Schwefel am dünnflüssigsten ist, während er bei höherer Temperatur wieder zähflüssig und dick wird, was wir schon bei der Besprechung des Schwefels selbst hervorhoben.

Ob der Schwefel bei der chemischen Vereinigung mit dem Kautschuk nur ein Additionsprodukt bildet oder ob er theilweise auch den Wasserstoff substituirt, ist noch nicht hinreichend festgestellt. Doch läßt sich das erstere annehmen, da bei der Vulcanisirung nur ganz geringe Mengen Schwefelwasserstoff auftreten. Daß die Verbindung von Schwefel und Kautschuk eine chemische ist, scheint mit Sicherheit aus dem Umstande hervorzugehen, daß das Kautschuk und der Schwefel, die vor dem Brennen beide in Schwefelkohlenstoff löslich sind, nach dem Brennen dagegen vollständig unlöslich werden.

Vielleicht existiren verschiedene Verbindungsstufen zwischen Schwefel und Kautschuk, von welchen das elastische weiche Kautschuk die niedere und das hornisirte eine höhere Schwefelungsstufe bildet.

Die geringste Quantität Schwefel, die nothwendig ist, um das Kautschuk in vulcanisirtes umzuwandeln, ist noch nicht festgestellt, doch läßt sich annehmen[1]), daß dieselbe bei Weitem nicht so groß ist, als die gewöhnlich beim Vulcanisiren zugesetzte. In der Regel setzt man 9 bis 17 Proc. Schwefel zu, bei Hartgummi bis zu 32 Proc.; nur ein geringer Theil scheint mit dem Kautschuk in chemische Verbindung zu treten, während der größte Theil mechanisch eingeschlossen verbleibt.

Daß sich in dem vulcanisirten Kautschuk wirklich noch ein Theil des Schwefels in unverbundenem Zustande befindet, folgt theils aus der oberflächlichen Auswitterung, der Efflorescens von Schwefel, theils läßt sich dies aus der Erscheinung des sogenannten Nachbrennens schließen.

Dasselbe zeigt sich besonders bei einem reichlichen Schwefelzusatz und besteht darin, daß nach dem Vulcanisiren weich erscheinende Gummiwaaren bei längerem Liegen hart und brüchig werden, während noch nicht vollkommen gar gebrannte Kautschukwaaren nach längerem Lagern hinreichend gar erscheinen.

Zur Erklärung der Erscheinung des Nachbrennens nimmt man an, daß noch nicht verbundener Schwefel bei längerem Lagern des Productes in weitere chemische Verbindung mit dem Kautschuk trete.

Die Wirkung der Schwefelmetalle, der schweflig- und unterschwefligsauren Metalloxyde beim Vulcanisiren ist ebenfalls noch nicht hinreichend aufgeklärt. Es scheint, daß diese Schwefelverbindungen, wie der freie Schwefel, mit Kautschuk und Guttapercha durch Anlagerung chemische Verbindungen liefern, denen

---

[1]) Besonders bei Berücksichtigung der Parkes'schen Methode.



die Eigenschaften des vulcanisirten Kautschuks zukommen. Bei dem Parkes'schen Vulcanisirverfahren mit Schwefelchlorür scheint neben der Anlagerung des Schwefels auch ein theilweises Deplacement des Wasserstoffs im Kautschuk nnd Vertretung durch Schwefel statt zu finden.

Die Herstellung tadelloser Kautschukwaaren wird noch erschwert durch das sogenannte „Blasigwerden“ bei dem Vulcanisiren.

Es bildet sich dabei an der Oberfläche eine blasenartige aufgetriebene Stelle, oder bei Gummiwaaren, die irgend ein baumwollenes oder leinenes Gewebe als Einlage besitzen, wird letztere durch die Blase von dem Kautschuk getrennt. Derartig schadhafte Gegenstände werden im Handel als Ausschußwaare betrachtet, da meistens an der blasigen Stelle ein Bruch des Kautschuks im Laufe der Zeit entsteht. Als Ursache hiervon betrachtet man entweder die Verwendung noch zu feuchten, wasserhaltigen Kautschuks, wie schon früher bemerkt, oder die mangelhafte Verdunstung des Benzins bei Herstellung von Gummiwaaren mit Leinwandeinlagen.

Bei frischem, wasserhaltigem Kautschuk wird beim Verarbeiten das Wasser, welches in den Zwischenräumen vorhanden ist, durch Pressen zu einem Kügelchen vereinigt, das sich beim Erhitzen in Dampf verwandelt und das Kautschuk an dieser Stelle auftreibt. Manchmal findet man statt einer einzigen Blase die ganze Kautschukmasse entweder an der Oberfläche oder im Inneren porös.

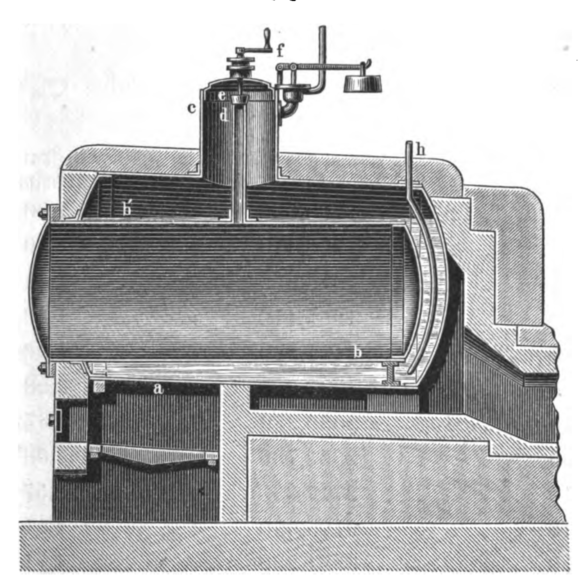
Wir haben vor einigen Jahren Versuche angestellt, um durch Zusatz von $1/2$ bis 1 Proc. gebranntem Aetzkalk das Wasser zu binden und dadurch das Porös- und Blasigwerden zu verhindern. Der Kalk wurde auf den Mischwalzen dem Kautschuk zugesetzt und die Masse gehörig durchgewalzt. Wir konnten dabei beobachten, daß in seltenen Fällen ein Blasigwerden eintrat und glauben wir einen Zusatz von Kalk empfehlen zu können.

Das Trennen der Einlage von dem Kautschuk tritt nur bei solchen Kautschukwaaren ein, wo die Einlage statt durch Walzen mit einer dünnen Schichte Gummi überzogen und mit einer Gummilösung bestrichen worden ist. Wird solche mit Gummilösung bestrichene Leinwand nicht vor der Verwendung von dem anhaftenden Benzin befreit, so wird die Gummilage nachher beim Erhitzen durch die entstehenden Benzindämpfe losgetrennt. Von Praktikern ist das Blasigwerden oft auf Entstehung von schwefliger Säure beim Vulcanisiren zurückgeführt worden; eine Ansicht, die wir aber nicht theilen können. Unsere in dieser Beziehung angestellten Versuche haben vielmehr den Beweis geliefert, daß es keine schweflige Säure sei. Wir setzten, um etwa auftretende schweflige Säure zu binden, der Kautschukmasse Bleihyperoxyd zu, das bekanntlich mit schwefliger Säure schwefelsaures Bleioxyd bildet. Das Blasigwerden wurde jedoch hierdurch nicht verhindert.

Nicht ganz unwahrscheinlich mag es sein, daß auch Verunreinigungen des Schwefels zum Blasigwerden beitragen können. Wie schon früher erwähnt, wird nicht gehörig gewaschenes und ausgekochtes Kautschuk sehr leicht blasig. Wahrscheinlich zersetzen sich die in dem Kautschuk enthaltenen wasserlöslichen Extractivstoffe und veranlassen das Blasigwerden.

Zum Erhitzen oder Brennen dienten früher Luftbäder in der Gestalt gemauerter Kammern, deren ganzer Boden aus Eisenblech gebildet ist und durch ein darunter befindliches Feuer mit vielen Zügen erhitzt wird. Die zu


Fig. 8.



vulcanisirenden Gegenstände werden, um eine gleichmäßige Erhitzung zu erzielen, in einer gewissen Entfernung vom Boden entweder auf Gerüste gelegt oder aufgehangen. Diese Luftbäder werden nur noch bei der Fabrikation sehr weniger Kautschukwaaren, z. B. bei der Herstellung von Gummischuhen angewendet, in den meisten Fällen bedient man sich der Dampfbäder. Die Anwendung von gespanntem Dampf gestattet eine leichtere Regulirung der Temperatur als sie im Luftbade zu erzielen ist.

Als Dampfbad bediente man sich früher eines Apparates [1]), in dem sowohl das Vulcanisiren bewerkstelligt, als auch der Dampf erzeugt wird, Fig. 8.

Innerhalb des einen horizontalliegenden cylindrischen Dampfkessels *a* von 8′ Länge und 4′ Durchmesser befindet sich ein zweiter ebenso langer, aber nur 3′ im Durchmesser haltender Kessel *bb′*, dessen vorderes, mit einem beweglichen Deckel verschließbares Ende in den Dampfkessel dergestalt eingesetzt ist, daß es um die Dicke der Ofenmauer daraus vorsteht. Der äußere Kessel enthält einen aufstehenden Dampfdom *c*, innerhalb welchem sich ein Rohr *d* des inneren Kessels erhebt, damit man durch Oeffnen des Ventils *e* beliebig Dampf in den inneren Kessel lassen könne. *f* ist das Sicherheitsventil, *h* die Speiseröhre. —

1) Prechtel's Encyklopädie 23, 20.

Man bringt die zu vulcanisirenden Sachen in den inneren Kessel, verschließt die vordere Oeffnung durch einen dampfdicht aufgeschraubten Deckel, und erhitzt den bis etwas über b_1 mit Wasser gefüllten Kessel bis zu einem Dampfdruck von etwa $1^1/_2$ Atmosphären, öffnet das Ventil *e* und treibt die Dampfspannung auf die dem beabsichtigten Hitzegrad entsprechende Stärke; so würde z. B. eine Temperatur von 130° dem Dampfdruck von nahe 2,67 Atmosphären entsprechen.

Wir geben hier der Vollständigkeit halber eine Tabelle, die die Dampfspannung bei verschiedenen Temperaturen enthält.

Temperatur Grad C.	Dampfspannung in Millimetern Quecksilber	Dampfspannung in Atmosphären
100	760,000	1,00
105	906,410	1,19
110	1075,370	1,41
115	1269,410	1,69
120	1491,280	1,96
125	1743,880	2,28
130	2030,280	2,67
135	2353,730	3,08
140	2717,630	3,57
145	3125,550	4,11
150	3581,230	4,71

An Stelle derjenigen Apparate, bei denen die Dampfentwickelung gleichzeitig im Vulcanisirraume stattfindet, wendet man in neuerer Zeit Apparate an, bei denen der Vulcanisirraum separirt von dem Dampfentwickelungsraum ist und nur durch Leitungsröhren mit dem Dampfkessel in Verbindung steht. Durch ein Dampfventil kann der Druck je nach Bedürfniß geregelt werden. Ein Manometer zeigt den im Kessel vorhandenen Druck an.

Wir geben hier aus Prechtel's Encyklopädie die Beschreibung und Zeichnung eines Vulcanisirkessels im Längen- und Querschnitt. Nicht selten gibt man diesen Vulcanisirkesseln eine Länge von 15 bis 20 m, um in denselben möglichst lange Schlauchstücke vulcanisiren zu können. Denn, wie bekannt, werden die Schläuche, um bei der Vulcanisirung Deformation zu verhüten, gewöhnlich auf einem eisernen Dorn (ein runder eiserner Stab, dessen Dicke sich nach dem inneren Durchmesser des Schlauches richtet) vulcanisirt.

Vulcanisirkessel.

Die Figuren 9 und 10 zeigen einen Vulcanisirkessel im Längen- und Querschnitt. Dieser Kessel *aa* hat eine Länge von 15 bis 20′ bei einem Durchmesser von 5 bis 6′, ist nach Art der gewöhnlichen Dampfkessel

angefertigt und an der offenen Seite mit einem starken gußeisernen Ringe *vv* versehen, an welchen sich ein gleicher Ring *uu* des Deckels mittelst Nuth und Feder anschließt. Zum Behuf der vollständigen Dichtung legt man ein getheertes Hanfseil in die Nuth und schraubt mittelst Schraubbolzen, zu deren Aufnahme der Deckel mit Einkerbungen versehen ist, den letzteren mit dem des Kessels zusammen. Er hängt an einem kleinen Krahn *T*, um jedesmal nach dem Oeffnen des Kessels zur Seite gedreht und ebenso leicht wieder vor den Kessel gebracht werden zu können. Zum bequemen Einbringen der zu vulcanisirenden Gegenstände befinden sich im Kessel zwei Eisenschienen, auf welchen kleine eiserne Wagen mit den zum Auf- oder Anlegen dienenden Gerüsten laufen. *U* ist das mit einem Hahn *U'* versehene Dampfrohr zum Einleiten des Dampfes, der zur gleichmäßigeren Verbreitung in ein langes Rohr *V* und aus diesem durch eine Anzahl kleiner Löcher in den Kessel tritt. *X* ist ein Sicherheitsventil, *Y* ein Hahn zum Ablassen der atmosphärischen Luft und des Condensationswassers. In der Zeichnung sind bei *QQ* einige Eisencylinder mit Bufferringen gefüllt, bei *RR* die zum Anlegen von zwischen Eisenplatten *e*, Fig. 10, eingeklemmten Kautschuktafeln dienenden Gestelle abgebildet.

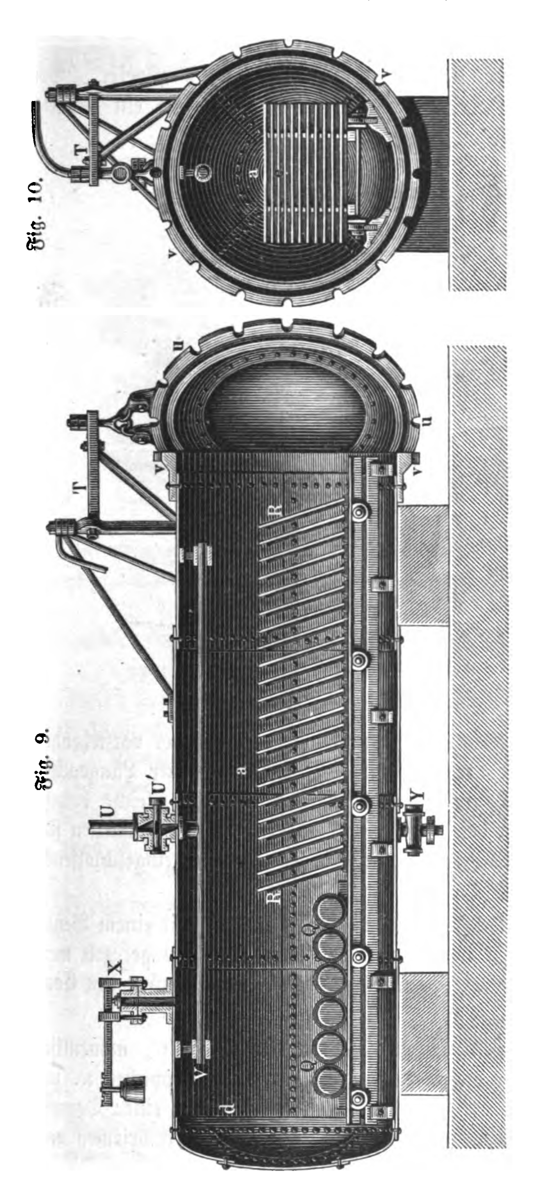


Fig. 10.

Fig. 9.

Fig. 11 stellt eine andere Form eines Vulcanisirkessels, der besonders zum Vulcanisiren kleinerer Gegenstände benutzt wird, dar.

Sein Durchmesser ist gewöhnlich 1,50 bis 1,70 m und die Länge beträgt 4 bis 5 m.

Der Kessel *A* ist entweder liegend oder aufrechtstehend placirt. Bei aufrechter Stellung ist eine Vorrichtung *a* angebracht, welche ein leichtes

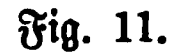
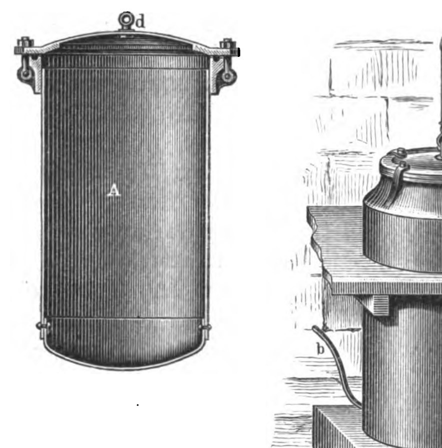
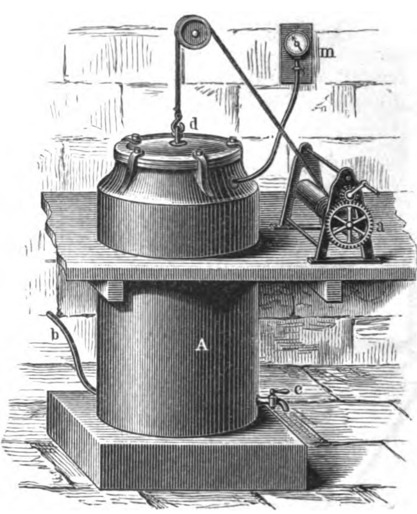


Fig. 11.





Entfernen und Auflegen des Deckels *d* ermöglicht, wie dies aus der vorstehenden Zeichnung ersichtlich ist. Liegt der Kessel in der Richtung seiner Längsachse, so kann der Deckel gleichfalls durch eine Balancirvorrichtung leicht bewegt werden. In diesem Falle besitzt der Kessel einen Wagen, der auf Schienen sich im Kessel bewegt und auf welchem die in eisernen Formen eingeschlossenen Kautschukwaaren ein- und ausgeführt werden.

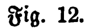
Das Rohr *b* communicirt mit dem Dampfkessel und ist mit einem Ventil versehen, durch welches der Druck im Innern des Vulcanisirkessels geregelt werden kann. *m* ist ein Manometer. Der Hahn *c* dient zum Ablassen des Condensationswassers.

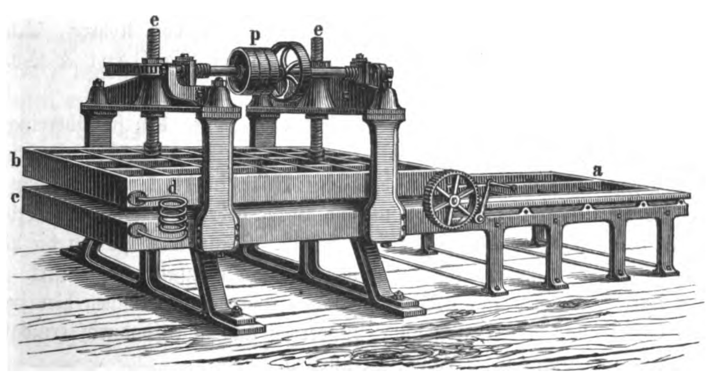
Außer diesen Vulcanisirkesseln kommen noch andere Apparate, namentlich heizbare Dampfpressen zum Vulcanisiren von Treibriemen, Teppichen etc. zur Verwendung. Wir geben hier die Zeichnung und Beschreibung einer Dampfvulcanisirpresse, wie sie namentlich zur Fabrikation von Gummitreibriemen und Fußteppichen angewendet wird (Fig. 12).

Die Breite ist 1,20 bis 1,30 m und die Länge 3,30 bis 3,50 m. Vor der Presse findet sich nach beiden Seiten hin ein 3 bis 4 m langer und 1,2 bis 1,5 m breiter Tisch *a*. Der Zweck desselben ist, die unvulcanisirten Gegenstände

auf der einen Seite ausbreiten und sie, wenn vulcanisirt, auf der anderen Seite aufrollen zu können.

b und *c* repräsentiren die Platten der Presse und sind im Innern hohl, um durch Dampf mittels des Rohres *d* erhitzt werden zu können. Der untere


Fig. 12.



Theil *c* ist fest mit dem Fußboden verbunden, während der obere Theil *b* dem unteren *c* durch die Schrauben *ee* genähert oder von ihm entfernt werden kann.

Die Bewegung der Schrauben wird meistens, da sie eine ziemliche Kraft erfordert, durch das Pully *p* mittels eines Treibriemens bewirkt.

Die beiden Preßkasten *b* und *c* sind so stark construirt, daß sie einen inneren Dampfdruck von 8 bis 10 Atmosphären aushalten, die Dampfspannung ist durch ein Manometer angezeigt.

Durch die Schrauben *ee* kann ein sehr starker Druck ausgeübt werden. Der Zweck der Presse ist, die zu vulcanisirenden Gegenstände unter einem starken Druck erhitzen zu können. Bei der Vulcanisirung, z. B. von Treibriemen, wird etwa in folgender Weise verfahren:

Die Riemen werden in polirte eiserne Formen (Fig. 13) gelegt, deren Breite der Breite des Riemens entspricht und deren Länge sich nach der Länge der

Fig. 13.



Presse richtet. Man stellt diese Formen aus einer 26 bis 30 mm dicken Eisenplatte her, die innen ausgeholt und polirt ist. Als Deckel wählt man eine der Breite und Länge der inneren Formhöhle entsprechende Platte. Vor dem Gebrauch wird die Form mit Talkum ausgebürstet, damit nichts anhaften bleibt und dann der Riemen der Länge der Presse entsprechend in die Form eingelegt, mit dem Deckel bedeckt, unter die Presse gebracht, die Presse zugeschraubt und

dann einige Zeit erhitzt. Der Länge der Presse entsprechend, kann jedesmal ein Stück Riemen vulcanisirt werden.

Es bedarf keiner weiteren Erläuterung, daß man auf diese Weise durch successives Nachrücken Riemen von jeder Länge und der Breite der Presse entsprechend vulcanisiren kann. Bei Beschreibung der Herstellung der Fußteppiche werden wir kurz, wie dieselben in einer Presse vulcanisirt werden, andeuten.

Eine Modification dieser Presse zum Vulcanisiren von Röhren, Schläuchen 2c. von unbestimmter Länge haben sich Cohen, Vaillant & Co. in Harburg patentiren lassen.

Die Platten der Presse sind in der Art ausgehöhlt, daß sie übereinander gelegt, eine vollständige Röhre bilden, in welche der Dorn mit dem Kautschukschlauch gelegt werden kann. Ist das eine Ende in die Presse gebracht, so werden die Platten fest verschraubt und die Presse geheizt. Die Röhre verbleibt so lange darin, bis sie vollständig vulcanisirt ist. Dann wird sie um die Länge der Presse weiter geschoben und das folgende Stück ebenfalls vulcanisirt. Da auf der einen Seite das unvulcanisirte Ende hervorragt, so können hier immer beliebig viele Stücke von Röhren angesetzt werden und ist es dadurch ermöglicht, eine Röhre von unbegrenzter Länge herzustellen.

Wie schon erwähnt, erweicht die Kautschukmasse beim Vulcanisiren so weit, daß Senkungen und Eindrücke in dem Kautschuk entstehen könnten, wenn nicht durch geeignete Packungen die Masse in ihrer Form gehalten würde. Bei Gummischläuchen wird, um eine Depression zu vermeiden, wie früher schon mitgetheilt, ein Eisenstab (Dorn) eingeschoben; Pufferringe und andere Gegenstände von bedeutender Stärke, die eine scharf ausgebildete Form haben müssen, kommen in entsprechende eiserne Formen. Nicht hohle Gegenstände werden in einem Blechkasten in Talkpulver gelegt. Hinreichend dicke Gummiplatten werden zwischen Eisenplatten gelegt, dünnere Platten werden mit einer Baumwollenstoffzwischenlage auf eine Trommel gewunden und dann erhitzt.

Hohle Gegenstände, wie Bälle, Puppen werden zuerst aus verschiedenen Stücken durch Zusammenkleben roh geformt, ins Innere derselben aber eine geringe Menge einer flüchtigen Substanz, wie Ammoniak, Wasser 2c. hineingebracht, der Gegenstand wieder sorgfältig geschlossen und dann in einer aus zwei oder mehr Stücken bestehenden, sorgfältig ausgeprägten Form erhitzt oder vulcanisirt.

Beim Erhitzen verwandelt sich das Wasser in Dampf oder das kohlensaure Ammoniak in gasförmigen Zustand und treibt gewaltsam das Gummi gegen die Wände der Form, deren Gestalt sich bis auf die feinsten Umrisse dem hohlen Körper mittheilt.

Andere hohle Gegenstände, wie Luftkissen, Wasserkissen werden ebenfalls aus Platten geformt, im Innern aber durch eine Oeffnung theilweise mit Talkumpulver gefüllt, um auf diese Weise ein Zusammenkleben und Einfallen zu verhindern.

Zur Herstellung von Gummiwaaren mit Hohlräumen ließ sich Conrad Poppenhusen in Hamburg folgendes Verfahren patentiren:

Dieses Verfahren unterscheidet sich von den früheren Methoden dadurch, daß die einzelnen Theile des Gegenstandes in den verschiedenen Formtheilen vollständig in der Pressung vollendet, hergestellt und dann später durch Zusammensetzung der Formtheile und durch Zusammenpressung des Materials an den Kanten verbunden und in der ganzen Form oder auch in der Folie vulcanisirt werden.

Das Verfahren gelangt folgendermaßen zur Anwendung: Zu jedem Theile der Form ist ein entsprechender Stempel vorhanden, mit dessen Hülfe man ein zwischen zwei Platten Metallfolie (oder sonstigem passendem einschließendem Material) befindliches Stück Gummiteig in das zugehörige Formstück eingeschlossen erhält. In gleicher Weise formt man sämmtliche Theile des Gegenstandes in den zugehörigen Formstücken und entfernt darauf die innere Folie an den Theilstücken entweder vollständig, oder auch nur an den Kanten durch Zusammenpressen der Formtheile. Die Gummistücke können auch nur mit innerer Folie belegt, direct in die bezüglichen Formtheile hineingepreßt werden, oder in einen Theil der Form kann der Gummiteig beiderseitig in andere Theile nur auf der Innenseite mit Folie belegt eingepreßt werden. Die Anwendung der einen oder der anderen Modification hängt von dem herzustellenden Gegenstande ab; beispielsweise wird man Gegenstände mit glatter, oder einfach flach &c. verzierter Rückseite auf dieser Hälfte in Folie beiderseitig, die reichverzierte oder in feinen scharfen Linien ausgeführte Vorderseite ohne die Anwendung von Folie zwischen Form und Teig in Formen pressen. Man kann darauf die Vulcanisirung der Gegenstände in der geschlossenen Form vornehmen, oder auch, wenn die Theile beiderseitig zwischen Folie geformt sind, die Form vorher öffnen und die in den durch die Pressung hinreichend stark verbundenen Foliestücken eingeschlossenen Gegenstände aus der Form entfernen, dieselben an geeigneter Stelle mit einer kleinen Oeffnung oder Bohrung versehen, um jeden inneren oder äußeren Ueberdruck zu verhüten und dann in bekannter Weise vulcanisiren. Gegenstände, welche theilweise beiderseitig, theilweise nur an der Innenseite zwischen Folie geformt sind, könnten auch theilweise in den Formtheilen und theilweise (wo zwischen Folie beiderseitig geformt) mit entfernten Formtheilen in die Vulcanisirkammer gebracht werden. Die nur in dünne Folie eingeschlossenen hohlen Gegenstände dürfen nicht auf einander gepackt werden, sondern müssen innerhalb der Vulcanisirkammer aufgehängt sein, um nicht durch Druck verändert zu werden.

Wir kommen bei Beschreibung der Herstellung der einzelnen Kautschukgegenstände noch einmal kurz auf die Art des Vulcanisirens zurück.

Eigenschaften des vulcanisirten Kautschuks.

Wie schon früher erwähnt, erleidet das Kautschuk durch die Vulcanisation so wichtige Veränderungen, namentlich in seinem Verhalten in der Wärme, daß erst nach Auffinden der Vulcanisation das Kautschuk eine allgemeine Verwendung fand. Im Gegensatz zum nicht vulcanisirten Kautschuk behält

ersteres noch weit unter 0° seine Weichheit und Elasticität und nimmt bei niederer Temperatur stark ausgedehnt, sich selbst überlassen, wieder seine frühere Form an. In der Hitze behält es ebenfalls seine Elasticität bei, erweicht und schmilzt erst bei 180 bis 200°. Längere Zeit einer höheren Temperatur ausgesetzt, wird es spröde. Einmal geschmolzen, bleibt es klebrig und verliert vollständig seine Elasticität. Es besitzt auf frischer Schnittfläche nicht die geringste Klebrigkeit, ja selbst an dem rohen Kautschuk außerordentlich gut haftender Kautschukkitt [1]) haftet an vulcanisirtem Kautschuk unvollkommen, was den Nachtheil hat, daß es das Repariren der Kautschukwaaren außerordentlich erschwert [2]). Bei längerem Verweilen in Lösungsmitteln, flüchtigen Oelen, Benzin, Schwefelkohlenstoff quillt es stark auf; nach dem Verdunsten des Lösungsmittels bleibt das Kautschuk mit veränderten Eigenschaften zurück. Wir haben gefunden, daß wenn es hinreichend lange mit Terpentinöl bei erhöhter Temperatur in Berührung bleibt, eine vollständige Lösung stattfindet. Aether wirkt eigenthümlich, indem der in den darin aufgequellten Stücken enthaltene Schwefel sich an die Oberfläche zieht und sich hier krystallinisch ablagert. Benzin und Schwefelkohlenstoff zeigen dieses Verhalten nicht.

Schwefelkohlenstoff und Aether lösen aus vulcanisirtem Kautschuk 4 bis 5 Proc. Kautschuk, sowie den Schwefel. Aus dem Rückstand, der beim Verdunsten dieser Lösung verbleibt, zieht Alkohol $1^1/_2$ Proc. lösliche Bestandtheile aus.

Payen zerlegte das vulcanisirte Kautschuk durch zwei Monate langes Behandeln mit einem Gemisch von 10 Thln. Schwefelkohlenstoff und 4 Thln. absolutem Alkohol in zwei verschiedene Bestandtheile, 75 Proc. der ganzen Kautschukmasse blieben unlöslich zurück, während 25 Proc. einer sehr leicht löslichen Substanz in Lösung übergingen.

Nach Payen [3]) nimmt das vulcanisirte Kautschuk selbst nach zweimonatlichem Liegen in Wasser nur 4,0 bis 4,2 Proc. desselben auf, während nicht vulcanisirtes in gleicher Zeit 20 bis 26 Proc. Wasser aufgenommen hatte.

Gegen Flüssigkeit ist das vulcanisirte Kautschuk weniger durchdringlich als das nicht vulcanisirte [4]).

Nach Dietzel [5]) und Boileau [6]) verträgt das vulcanisirte Kautschuk einen Druck von 14 kg per Quadratcentimeter ohne eine Veränderung zu erleiden. Bei Steigerung jedoch des Druckes auf 18 kg per Quadratcentimeter entsteht eine bleibende Veränderung in der Form. Die Compressibilität des

---

[1]) Durch Einweichen von Kautschuk in Benzin.

[2]) Ein gut haftendes Klebmittel für vulcanisirtes Kautschuk besteht in einer heiß aufgetragenen Lösung von Guttapercha in Steinkohlentheer.

[3]) Dingl. pol. J. **124**, 131.

[4]) Zwei Ballons von 2 mm Wandstärke, der eine aus reinem, der andere aus vulcanisirtem Kautschuk mit Wasser unter Druck bis zum doppelten Volumen ausgedehnt, verloren durch Verdunsten innerhalb 24 Stunden auf 1 qm Oberfläche der erstere 24 g, der letztere nur 4 g.

[5]) Polyt. Centralbl. 1857, S. 689.

[6]) Dingl. pol. J. **141**, 265.

vulcanisirten und die Neigung, die frühere Form wieder anzunehmen, ist gegen die des nicht vulcanisirten eine außerordentlich größere. Die große Elasticität des vulcanisirten Kautschuks geht aus folgenden Versuchen hervor:

Ein 6 Zoll langes, 6 Zoll dickes und 1 Zoll breites Stück Kautschuk, wie es zur Fabrikation von Eisenbahnfedern verwendet wird, wurde folgendem Druck ausgesetzt:

Die	Druckprobe	von	500 kg	drückte	es	auf	$5\frac{9}{16}$	Zoll	zusammen
„	„	„	1000	„	„	„	$5\frac{1}{16}$	„	„
„	„	„	1500	„	„	„	$4\frac{9}{16}$	„	„
„	„	„	2000	„	„	„	$4\frac{3}{16}$	„	„
„	„	„	2500	„	„	„	$3\frac{13}{16}$	„	„
„	„	„	3000	„	„	„	$3\frac{1}{12}$	„	„
„	„	„	3500	„	„	„	$3\frac{1}{4}$	„	„
„	„	„	4000	„	„	„	3	„	„

Diese Druckproben wurden jede 48 Stunden lang fortgesetzt, dann das Kautschuk herausgenommen, worauf es nach kurzer Zeit seine ursprüngliche Ausdehnung wieder erlangte.

K. Puschl[1]) stellte Versuche über die Volumveränderung des Kautschuks durch Wärme an.

Schon Schmilewitsch wies nach, daß sich unbelastetes Kautschuk beim Erwärmen ausdehnt, stark belastetes sich aber beim Erwärmen zusammenzieht. Bei einer gewissen mittleren Belastung bewirkt eine Veränderung der Temperatur weder eine Ausdehnung noch eine Zusammenziehung. Die Dichtigkeit des Kautschuks soll im letztgenannten Falle, wo dessen thermischer Ausdehnungscoëfficient gleich Null ist, entweder ein Maximum oder ein Minimum sein. Aus theoretischen Gründen wäre aber zu schließen, daß die Elasticität eines Körpers in einem Maximum seiner Dichtigkeit mit der Temperatur zunehme, in einem Minimum der Dichtigkeit hingegen bei steigender Temperatur abnehme. Nachdem die Versuche von Exner für das Kautschuk eine Verminderung der Elasticität durch Erhöhung der Temperatur constatirt haben, könnte man schließen, daß die Dichtigkeit dieses Körpers unter den Umständen, wo sein Ausdehnungscoëfficient gleich Null wird, ein Minimum sei. Das bezügliche Verhalten des Kautschuks ließe sich dann in die folgenden, theilweise experimentell zu bestätigenden Sätze zusammenfassen:

I. Das Kautschuk ist ein Körper, dessen Dichtigkeit bei einer gewissen Temperatur ein Minimum wird.

II. Die Temperatur des Minimums wechselt mit der mechanischen Drehung und liegt um so tiefer, je stärker die Drehung ist.

III. Bei dem unbelasteten Kautschuk ist die Temperatur des Dichtigkeitsminimums höher, als die gewöhnliche, es nähert sich daher demselben beim Er-

---

[1]) Wagner's Jahresbericht 1875. Wiener akadem. Ber. 1875.

wärmen und sein Ausdehnungscoëfficient ist positiv, wird aber bei steigender Temperatur immer kleiner.

IV. Bei dem stark gedehnten Kautschuk ist die Temperatur des Dichtigkeitsminimums tiefer als die gewöhnliche; sein Ausdehnungscoëfficient ist daher schon bei letzterem negativ und nimmt numerisch mit der Temperatur ab.

Aus einem Vortrag, den James Syme sen.[1]) im schottischen Ingenieurverein hielt, entnehmen wir folgende Zusammenstellung der von ihm ermittelten specifischen Gewichte verschiedener Kautschuksorten:

Paragummi in dem Zustande, wie es importirt wird	0,922	
„ gereinigt	0,882	
„ „ und comprimirt	0,935	
„ geschwefelt, aber nicht vulcanisirt	0,990	Abnahme 0,004
„ vulcanisirt	0,986	
Javakautschuk in dem Zustande, wie es importirt wird	0,905	
„ gereinigt	0,881	
Afrikanisches Kautschuk, wie es importirt wird	0,920	
„ „ gereinigt	0,872	

Interessant sind weiter die Versuche, die Syme anstellte über die Ab- und Zunahme des specifischen Gewichts, beim Vulcanisiren nur mit Schwefel oder mit anderen mineralischen Substanzen gemischt.

Nr. 1 rein, geschwefelt, aber nicht vulcanisirt	1,024	Abnahme 0,011
„ vulcanisirt	1,013	
Nr. 2 grau, gemischt, nicht vulcanisirt	1,160	Zunahme 0,020
„ vulcanisirt	1,180	
Nr. 2 dunkel, gemischt, nicht vulcanisirt	1,145	Zunahme 0,018
„ vulcanisirt	1,163	
Nr. 3 grau, gemischt, nicht vulcanisirt	1,489	Zunahme 0,031
„ vulcanisirt	1,520	
Nr. 3 dunkel, gemischt, nicht vulcanisirt	1,451	Zunahme 0,009.
„ vulcanisirt	1,460	

Es nimmt das specifische Gewicht des Paragummis beim Vulcanisiren ab, das Volumen zu; bei anderen Sorten, namentlich bei solchen, die viel mineralische Beimischungen enthalten, nimmt das specifische Gewicht zu, das Volumen ab. Bei der Herstellung von Gegenständen, die in Formen vulcanisirt werden, muß auf dieses Verhalten des Kautschuks Rücksicht genommen werden.

Eigenthümlich ist noch das Verhalten des vulcanisirten Kautschuks gegen Leuchtgas. Zulkowsky[2]) fand, daß vulcanisirtes Kautschuk dem Leuchtgase durch Absorption der specifisch schweren Kohlenwasserstoffe einen Theil der Leuchtkraft entziehe.

Durch eine Kautschukleitung von 4,26 m Länge wurde die Leuchtkraft eines Gases von 11,2 bis 13,2 Kerzen auf 7,5 bis 10,7 Kerzen reducirt. Er beob-

---

[1]) Dingl. pol. J. 200, 178.

[2]) Deutsch. chem. Ber. 1872, 759; Dingl. pol. J. 206, 313.

achtete ferner, daß vulcanisirtes Kautschuk aus einem Leuchtgase bei 51 stündiger Berührung 8,64 Proc. seines Gewichtes an Kohlenwasserstoffen aufnahm, welche schnell im Vacuum, langsam an gewöhnlicher Luft wieder abgegeben wurden. Reines Aethylen und reiner Benzoldampf nimmt dasselbe ebenfalls rasch auf. Die Anwendung von Kautschukschläuchen verursacht daher immer einen, wenn auch geringen Verlust an Leuchtkraft des Leuchtgases, was namentlich bei photometrischen Bestimmungen zu berücksichtigen ist.

Knapp fand ebenfalls, daß Kautschukringe, die versuchsweise zum Dichten von Gasleitungsröhren angewendet waren, bedeutend an Gewicht zugenommen hatten.

Um festzustellen, welchen Einfluß Gummiverbindungen bei der Gasanalyse ausüben, hat Walther Hempel das Verhalten von Kohlensäure und Stickoxydulgas untersucht und gefunden, daß sich Gummi gegen dieselben ganz entsprechend einer Flüssigkeit verhält.

Es wurden Stücke von vulcanisirtem Gummi in einer Meßkugel so lange mit den Gasen in Berührung gelassen als Absorption erfolgte. Dann wurde das rückständige Gas aus der Kugel herausgenommen und durch Luft ersetzt. Es zeigte sich so, daß Stücke schwachen Gummischlauches von etwa 3 cm Länge und 4 bis 5 mm äußerem Durchmesser etwa 0,2 ccm Kohlensäure und 0,9 ccm Stickoxydulgas zu absorbiren vermögen, welche sie beim Verweilen in einer Luftatmosphäre vollständig wieder abgeben.

Diese Versuche lehren einerseits, daß man bei ganz exacten Analysen keinerlei Gummiverbindungen verwenden darf; sie zeigen jedoch andererseits, daß die Absorptionsfähigkeit des Gummis so gering ist, daß dieselbe bei Arbeiten, wo nicht höchste Genauigkeit verlangt wird, nicht in Betracht kommt, zumal dann, wenn nur ein schnelles Passiren der Gase durch Glasröhren, welche mit kurzen Gummistücken verbunden sind, in Frage kommt.

Einige aus dieser Beobachtung abgeleitete, praktische Consequenzen haben ein mehr speciell chemisches Interesse (Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft, Jahrg. XV, S. 912).

Das mit Schwefel vulcanisirte Kautschuk besitzt äußerlich wahrscheinlich durch effloreseirten Schwefel eine hellgraue Farbe. Mit Metallgegenständen in Berührung gebracht, schwärzt es diese wahrscheinlich durch Bildung von Schwefelmetall.

Die Bildung von Schwefelmetallen bei der Berührung von Eisen- und Messinggegenständen macht sich auch bei der Fabrikation von solchen Gegenständen unangenehm bemerklich, die in metallenen Formen hergestellt werden. Die Formen, in denen Kautschukwaaren rc. vulcanisirt werden, müssen öfter durch Reiben mit Glaspapier gereinigt werden.

Das Entschwefeln.

Bei längerer Behandlung mit Kali- oder Natronlauge wird dem vulcanisirten Kautschuk der größte Theil des ungebundenen Schwefels entzogen. An Stelle der ätzenden Alkalien empfiehlt es sich die kohlensauren Alkalien zu ver-

wenden; man erhitzt die zu entschwefelnden Kautschukwaaren mit dieser bei 80 bis 90° C. zwei bis drei Stunden in einem Kessel. Es entweicht dabei Kohlensäure und es bilden sich Polysulfurete der Alkalien. Wird das Kochen in der alkalischen Lösung zu lange fortgesetzt und sind zu concentrirte Lösungen verwendet worden, so wird die Oberfläche der Kautschukwaaren leicht hart und brüchig.

Die durch Behandeln mit Alkalien entschwefelten Kautschukwaaren haben noch die unangenehme Eigenschaft, wenn sie längere Zeit auf Gegenständen sitzen, fest anzukleben, jedoch die gute Eigenschaft nach langem Liegen zwar etwas steif aber nicht spröde zu werden.

Das vulcanisirte Kautschuk besitzt einen unangenehmen Geruch. Wahrscheinlich rührt dieser Geruch von einer Entwicklung von Schwefelwasserstoff her, welch' letzterer in Folge einer graduellen, spontanen Decomposition sich bildet. Das durch Kochen mit Alkalien theilweise entschwefelte Kautschuk zeigt diesen fauligen Geruch in kaum bemerkbarem Grade. Zahlreiche Mittel sind gegen diese Ausdünstung in Vorschlag gebracht worden, doch hat sich bis jetzt keines derselben praktisch bewährt. Es hat dies hauptsächlich darin seinen Grund, weil die riechende Substanz nicht fertig in dem Kautschuk enthalten ist, sondern sich stetig bei Einwirkung der Luft von Neuem bildet.

Bourne[1]) empfahl das vulcanisirte Kautschuk mit Kohlenpulver zu bedecken und bei einer Temperatur von 60 bis 70° C. zu erhitzen.

Die Methode Bourne's gründet sich auf das Verhalten der Kohle, besonders der Knochenkohle, Gase in ihren Poren zu verdichten und dadurch desodorisirend zu wirken.

Die Ausführung des Verfahrens variirt je nach der Natur der Artikel, die man auf diese Weise behandeln will. Gewöhnlich verfährt man dabei folgendermaßen: Die betreffenden Kautschukwaaren werden auf einer Tafel in einen geheizten Ofen oder in eine Kammer, deren Boden mit Kohlenpulver bedeckt ist, gebracht, dann die Gegenstände selbst mit Kohlenpulver bedeckt und hierauf bis zu drei Stunden bei einer Temperatur, die zwischen 40 und 80° C. liegt, erhitzt. Ein weiterer Vorzug dieses Verfahrens soll der sein, daß bei einer großen Anzahl von Artikeln mit der Desodorisation gleichzeitig die Vulcanisation verbunden werden kann.

Das Verfahren soll ebenfalls Anwendung finden, um mit Kautschuküberzug wasserdicht gemachte Stoffe geruchlos zu machen.

Wir haben keine Erfahrung darüber, ob das Verfahren sich in allen Punkten praktisch bewährt hat, glauben aber, daß die auf diese Weise geruchlos gemachten Gegenstände bei längerem Liegen wieder den specifischen Geruch des Kautschuks annehmen. Wir selbst haben Versuche gemacht, um den Geruch durch Eintauchen der Gegenstände während kurzer Zeit in eine Lösung von übermangansaurem Kali zu beseitigen. Gleich nach der Behandlung war das Kautschuk ziemlich geruchlos; ob es dies aber auf die Dauer blieb, vermögen wir nicht zu sagen.

---

[1]) Bull. soc. chim. 1867, 139; Polyt. Centr. 1867, 351.



Anwendung des vulcanisirten Kautschuks.

Die Anwendung des Kautschuks in allen Zweigen der Technik ist eine sehr mannigfaltige. Sämmtliche Gegenstände, die daraus dargestellt werden, hier anzuführen ist unmöglich; wir wollen daher nur die bekanntesten hier aufzählen und die Herstellung der wichtigeren davon kurz beschreiben.

Man fertigt aus vulcanisirtem Kautschuk folgende Gegenstände:

1. Fäden.
2. Bänder.
3. Gewebe.
4. Tragbänder.
5. Handschuhe.
6. Schläuche für Gas und Wasser.
7. Schuhe.
8. Luft- und Wasserkissen.
9. Bälle, volle und hohle; Spritzen.
10. Spielwaaren: Puppen ꝛc.
11. Klappen für Pumpen, Dampfmaschinen.
12. Sauger.
13. Verdichtungsplatten, Verdichtungsschnüre.
14. Fußteppiche.
15. Treibriemen, Billardbande.
16. Federn für Wagen, Thüren, Schlösser, Schellen, Eisenbahnwaggons.
17. Puffer für Eisenbahnwaggons und Locomotiven.
18. Kautschukringe für hermetischen Verschluß von Ventil- und Röhrenverbindungen.
19. Druckerwalzen für lithographischen und gewöhnlichen Druck.
20. Farbwalzen für Zeug- und Tapetendruckereien.
21. Ersatz des Leders bei Herstellung der Wollkratzen, und Schuhsohlen.
22. Radirgummi zum Auslöschen von Bleistiftstrichen.
23. Kautschukschwämme, Frictionshandschuhe und wasserdichte Gewebe.
24. Gummistempel und Stempelkissen.

Von neueren Verwendungen sind noch zu erwähnen:

25. Kopfhalter für Pferde, um das starke Zurückwerfen des Kopfes zu verhüten und den Reiter zu schützen.
26. Stiefelsohlen für Arbeiter in Mälzereien, um das Zertreten der Körner zu verhüten.

Die wichtigsten Anwendungen des Hartgummis sind folgende:

Ersatz für Elfenbein, Horn, Holz, zur Darstellung von Kämmen; es hat dem Horn gegenüber den Vorzug, daß es beim Reinigen nicht rauh wird.

Wegen seiner guten Leitungsfähigkeit des Schalles dient es zur Anfertigung von Stethoskopen, Flöten ꝛc.

Da es von allen Gegenständen beim Reiben am stärksten negativ elektrisch wird, so dient es als Ersatz der Glasscheibe bei der Elektrisirmaschine, sowie als Ersatz des Harzkuchens bei den Elektrophoren.

Außerdem ist es ein guter Isolator der Elektricität, verliert diese Eigenschaft aber bei längerer Berührung mit der Luft, indem sich auf der Oberfläche kleine Risse bilden und die Oberfläche rauh wird. Neu ist die Anwendung zu Silberbädern für Photographen und zu Trögen für galvanische Batterien. Man kann ohne Nachtheil Lösungen von salpetersaurem Silber darin kochen.

Derartige Geräthe verbinden die Unzerbrechlichkeit der Guttapercha mit der Indifferenz des Glases und Porcellans, indem sie auf eine weit über den Siedepunkt des Wassers gehende Temperatur, ohne daß sie erweichen, erhitzt werden können.

Neben den bereits erwähnten Gegenständen mögen nur noch einige der am häufigsten vorkommenden angeführt werden, als: Federhalter, Papiermesser, Fenster- und Thürgriffe, Gewehrkolben, Griffe für Messer, Spazierstöcke, Regenschirmgestelle, Blanchetten, Brillengestelle, Fernrohre, Operngucker, chirurgische Instrumente, Möbelfourniere, Webergeräthschaften; Zeichengeräthe, als: Winkel, Lineale, Reißschienen; Maschinentheile, die leicht, fest und unzerbrechlich sein müssen; Schleifsteine, deren Masse je nach dem Zweck Quarzsplitter, gröberen oder feineren Schmirgel oder Bimssteinpulver enthält; künstliche Gebisse, welche durch einen Zusatz von Zinnober die gewünschte Fleischfarbe erhalten. Einer besonderen Beliebtheit erfreuen sich die reizenden Schmucksachen aller Art, als: Brochen, Ohrgehänge, Medaillons, Armbänder, Ketten, Fassungen für Perlen und Edelsteine, Knöpfe, sowie die unzähligen Luxusartikel anderer Art, kleine Standbilder, prachtvoll verzierte Bücherdecken, Serviettenringe, Geld- und Cigarrentaschen u. s. w.

Herstellung der Kautschukfäden.

Man stellt die Kautschukfäden entweder aus rohem, oder aus gereinigtem und in Blöcke geformtem Kautschuk oder auch aus gelöstem Kautschuk dar.

Bezüglich der Form unterscheidet man Kautschukfäden von viereckigem oder von rundem Querschnitt; letztere können nur aus einem Kautschuk, welches durch geeignete Lösungsmittel in einen bildsamen Teig verwandelt wurde, durch Pressen mit einer Metallplatte mit kreisrunden Löchern erhalten werden.

Die aus rohem Kautschuk oder aus Kautschukblöcken quadratisch geschnittenen Fäden werden meistens aus Paragummi, besonders aus derjenigen Sorte, die in Flaschenform im Handel erscheint, hergestellt. Möglichst regelmäßige Flaschen von recht starker Wandung werden nach Entfernung des Halses durch einen Querschnitt in zwei Hälften zerschnitten. Die dabei vorkommenden als gut erkannten, nicht blasigen oder schwammigen Stücke werden durch längeres Kochen in Wasser erweicht. Hierauf setzt man sie unter der Presse einige Zeit einem starken Druck aus. Manche Fabrikanten lassen sie unter der Presse einige Wochen und setzen sie gleichzeitig starker Kälte aus. Die so erhaltenen

Kautschukscheiben werden auf einem Schneidetische durch einen Spiralschnitt in ein langes Band geschnitten.

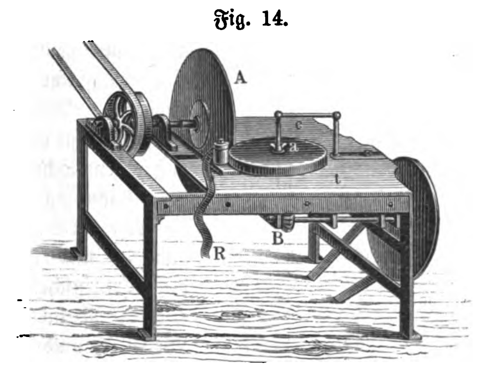
Man hat zum Schneiden des Kautschuks in Bänder verschiedene Maschinen construirt, die aber alle auf dem Princip beruhen, einer Scheibe, auf welcher das Kautschuk befestigt ist, eine drehende und gleichzeitig fortrückende Bewegung zu geben, während ein in senkrechter Bewegung befindliches, durch fließendes Wasser naß gehaltenes Messer den Schnitt vollführt und die Scheibe in ein langes Band verwandelt, dessen Breite der Dicke der Scheibe entspricht, dessen Stärke aber von der geradlinig vorrückenden Bewegung derselben abhängig ist. Der Unterschied der Maschinen liegt hauptsächlich in den Messern, je nachdem dieselben kreisförmig oder geradlinig sind. Erstere Anordnung ist einfacher, letztere complicirter, jedoch für größere Productivität geeigneter.

Wir geben hier die Beschreibung einiger der gebräuchlichsten Maschinen.

Ein solcher mechanischer Schneideapparat ist in Fig. 14 dargestellt.

Der Apparat besteht aus einem massiven Gestell, das als Träger für die übrigen Vorrichtungen dient. *A* ist eine kreisrunde, scharfschneidende Scheibe,

Fig. 14.



welche mit der Hälfte ihrer Oberfläche in eine Vertiefung des Tisches reicht. Sie macht per Minute ca. 1500 bis 2000 Umdrehungen und wird, um ein Erhitzen zu verhüten, durch einen Wasserstrahl begossen. Unter dem Tisch ist ein Getriebe *B* angebracht, welches automatisch vorrückt. Auf der einen Seite befindet sich eine Welle, welche den Tisch durchschneidet und an deren oberen Ende die Kautschukscheibe *c* entweder durch eine Schraube *a* festgehalten oder mit Nägeln befestigt wird.

Sobald der Apparat in Thätigkeit gesetzt wird, führt die drehende Welle das Kautschukstück nach der kreisrunden Scheibe *A*. Bei jeder Umdrehung rückt der Schlitten *B* um eine bestimmte Strecke fort. Die Kautschukscheibe wird durch einen Spiralschnitt von der Peripherie nach dem Centrum hin in ein Band zerschnitten. Die Umdrehungsgeschwindigkeit der aufrechtstehenden Welle muß graduell vergrößert werden, damit sich mit derselben Geschwindigkeit das Kautschuk dem Messer nähert. Wenn z. B. die Geschwindigkeit und Peripherie der Scheibe beim Beginn des Schneidens 30 ist, so muß, wenn die Peripherie auf 10 reducirt ist, die Geschwindigkeit dreimal so groß sein. Der

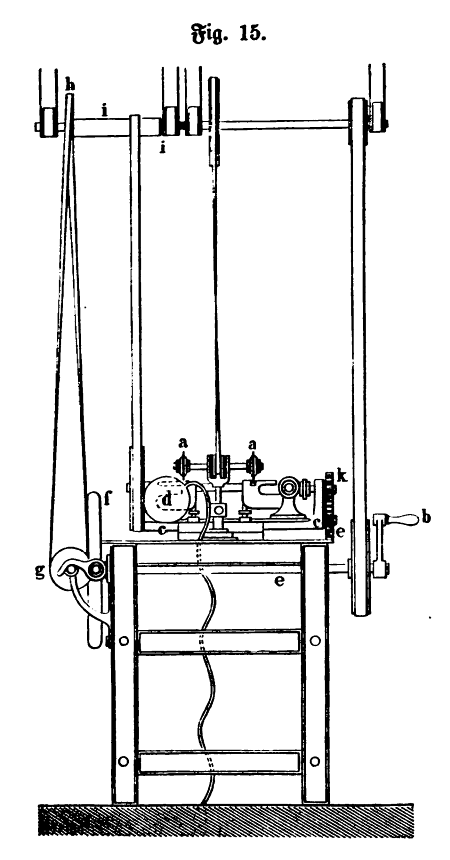
mechanische Schneideapparat liefert nur Kautschukbänder und müssen dieselben, wie schon oben bemerkt, entweder mit der Hand oder mit einer speciellen Maschine in Fäden zerschnitten werden. Eine andere Maschine von Westhead [1]) ist in Fig. 15 dargestellt.

Maschine zum Zerschneiden des Kautschuks in Bänder von Westhead.

Die Schneidemaschine ist doppelt wirkend.

Zwei aus dünnen Stahlscheiben bestehende Kreismesser *aa* werden in der aus der Zeichnung leicht verständlichen Art mittels der Kurbel *b* in rasche Drehung versetzt, während sich die, auf einem Schlitten *cc* eingespannten Gummischeiben *d* durch einen Mechanismus mit mäßiger Geschwindigkeit drehen und zugleich mit dem ganzen Schlitten eine langsame Seitenbewegung erhalten. Die Kurbelwelle *e* nämlich trägt an dem linken Ende außer dem Schwungrad *f* ein (in der Zeichnung nicht sichtbares) konisches Rad, welches in ein gleiches Rad eingreift, dadurch die Riemenscheibe *g* und somit auch die Riemenscheibe *h* und die Welle *ii* umdreht. Durch diese Welle wird wieder mittels der Getriebe *k* eine lange Schraubenspindel umgetrieben, die durch eine an dem Gerüst der Maschine festsitzende Mutter geht und somit je nach der Richtung der Drehung den Schlitten in derselben Art, wie den Support einer Drehbank, rechts oder links schiebt. Die Gummischeiben, von denen immer nur eine in Arbeit ist und die in der Mitte ein Loch haben müssen, werden auf kurze Spindeln gesteckt und zwischen kleinen Scheiben festgeklemmt, so daß sie mit den Spindeln umlaufen,

Fig. 15.



[1]) Prechtel's Encyklopädie, Suppl.-Bd. 23, Taf. 68.

welche letztere wieder mittels konischer Getriebe durch die Welle *ii* gedreht werden. Um nun während des Schnittes dem weichen Gummi, welches für sich allein nicht Widerstand genug leisten würde, wenigstens an der Stelle des Schnittes einen Stützpunkt zu geben, sind zwei Backen auf dem Gerüst der Maschine (nicht auf dem Schlitten) festgemacht, welche oben einen kleinen Ausschnitt enthalten, worin sich die Messer mit dem nöthigen Spielraum frei drehen können. Unsere Zeichnung stellt die Maschine während der Bewegung des Schlittens von der Linken zur Rechten, also während des Zerschneidens der auf der linken Spindel sitzenden Gummischeibe dar. Nachdem der Schnitt vollendet, wird eine neue Gummischeibe auf der rechten Spindel befestigt und die Maschine nun in entgegengesetzter Richtung gedreht, wobei natürlich auch die Messer entgegengesetzt umlaufen, aus welchem Grunde sich auch die rechte Gummischeibe hinter der rechten Backe befinden muß.

Es ist noch zu bemerken, daß in der Zeichnung der Deutlichkeit wegen die rechte Spindel nicht an ihrem richtigen Ort dargestellt ist, daß sie vielmehr weiter links, dem rechten Messer ganz nahe gedacht werden muß.

Zum Schneiden von Kautschukbändern aus künstlichen Kautschukblöcken wird eine von Nickels[1]) construirte Maschine mit geradem Messer, wie sie in den Figuren 16, 17, 18 dargestellt ist, zweckmäßig angewandt.

Maschine zum Zerschneiden des Kautschuks von Nickels.

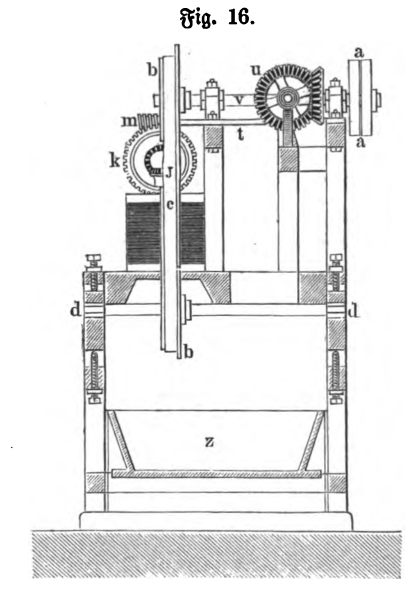
Die in Fig. 16 (a. f. S.) dargestellte Maschine ist der Aufriß einer Schneidemaschine, von Nickels construirt; Fig. 17 (a. f. S.) zeigt dieselbe Maschine von der Seite und Fig. 18 (S. 89) stellt sie von oben gesehen dar. Das Messer besteht hier in einer endlosen, bandförmigen, an der einen Seite scharf geschliffenen Stahlklinge, welche nach Art der Riemen ohne Ende über zwei Scheiben läuft und so an der einen Seite steigend, an der anderen herabgehend zwei Schnitte zugleich ausführt.

ee ist das hölzerne Gestelle der Maschine; an der oberen Hauptachse *v* sind die Fest- und Losscheiben *aa* ein Winkelrad, welches mittels der beiden Winkelräder *uu* zwei andere, rechtwinklig auf der Hauptwelle liegende Wellen umdreht, und die Rolle *b* aufzieht. Um diese letztere und eine andere Rolle *b*, welche an der unteren, in den Lagern *d* sich drehenden Welle aufgezogen ist, ist das endlose Messer *c* geschlagen. Die Schneide dieses Messers ist nach vorn gerichtet. Zu beiden Seiten bewegen sich in einem besonderen Gestelle *F* die Schlitten *g* in horizontaler Richtung. Diese Schlitten *g*, deren einzelne Theile durch die Kreuzbänder *h* fest aneinandergehalten werden, bestehen aus einer oberen und einer unteren, in Schlitzen des Gestelles *f* gleitenden Platte und zwischen beiden befindet sich auf jeder Seite eine Achse *i*. Auf diese Achse wird der Kautschukcylinder oder die Säule von Kautschukscheiben geschoben, und durch

[1]) Prechtel's Encyklopädie, Suppl.-Bd. 23, Taf. 68.

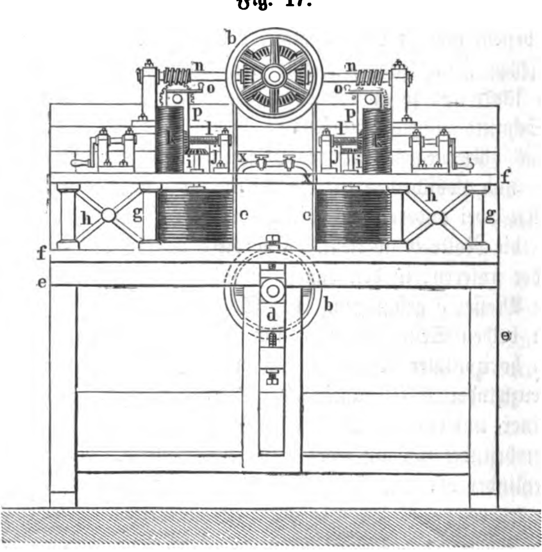
eine kleine oben aufgeschraubte Scheibe wird das Kautschuk festgehalten. Die Achse *i* verlängert sich nach oben und trägt am Ende das Winkelrad *j*, durch

Fig. 16.



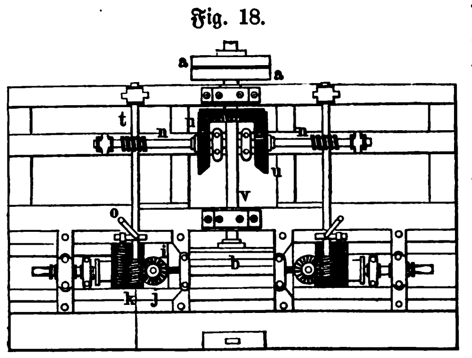
welches nicht allein die Drehung des ganzen Kautschukcylinders gegen die Messerklinge, sondern auch das, dem Fortschreiten des Abschneidens entsprechende Vorrücken der Schlitten gegen die Messer zu auf folgende Art vermittelt wird: Durch die Winkelräder *uu* und die am Ende der Achsen *nn* derselben befindlichen endlosen Schrauben werden mittels anderer Schraubenräder zwei der Hauptwelle *v* parallele Wellen *tt* bewegt. Diese tragen an ihrem Ende endlose Schrauben *m* (in Fig. 17 weggelassen), welche in die gezahnten Trommeln *k* eingreifen, deren Breite mehr beträgt, als der halbe Durchmesser des Kautschukcylinders; an der nach innen gekehrten Fläche tragen diese Trommeln Winkelräder, welche in die Winkelräder *j* eingreifen. Die Trommeln *k* drehen sich aber um keine glatten Achsen, sondern um Schrauben *l*, rücken daher bei jeder Umdrehung vor und nöthigen

Fig. 17.



dadurch auch die Schlitten, sich vorzubewegen. Die Weite der Schraubengänge an *l* und das Zahlenverhältniß der verschiedenen Verzahnungen müssen so berechnet sein, daß der Kautschukcylinder bei jeder Umdrehung um so viel vorrückt, als die Stärke des zu erzeugenden Bandes beträgt. Ist die Trommel *k* soweit vorgerückt, daß die endlose Schraube *m*, die anfänglich an ihrem inneren Rande wirkte, an dem äußeren steht, so hat sie auch das Ende der Schraube erreicht und der Kautschukcylinder ist bis nahe auf die mittlere Durchbohrung zerschnitten. Mittels der Klinke *o* rückt man daher die Bremsvorrichtung *p* der endlosen Schraube *m* aus, und ist dann im Stande mittels des nicht mit Buchstaben versehenen Apparates die Trommel zurückzudrehen, die Schlitten zurückzuschieben und einen neuen Kautschukcylinder einzuführen; worauf man wieder einrückt und den Proceß von Neuem beginnt.

Fig. 18.



Während der Arbeit spritzen die Röhren *xx* stets Wasser auf das Messer. Die abgeschnittenen Bänder oder Fäden sammeln sich in dem Troge *z*.

Wird die Maschine zum Zerschneiden dünner Scheiben benutzt, so ist es erforderlich, die Enden des Stapels durch zwei dicke Scheiben zu bilden, wodurch die übrigen den nöthigen Halt finden.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß dieselbe Maschine auch mit zwei geraden, nach Art einer Fournirmaschine sägenartig sich hin- und her-, oder vielmehr auf- und abbewegenden Messern eingerichtet werden kann.

Die Herstellung der künstlichen Kautschukblöcke, die zum Schneiden verwendet werden, geschieht in der Weise, daß man das gereinigte Kautschuk in eine cylindrische Form von 6 bis 8 Zoll Durchmesser, in noch warmem Zustande, preßt.

Ein solcher Block von etwa 24 cm Durchmesser und 18 cm Dicke muß langsam fortschreitend einem Druck von 60 000 bis 70 000 kg ausgesetzt werden und unter dem letzten Druck längere Zeit, etwa eine Woche, verbleiben.

Zu diesem Zweck erhalten die Formen einen genau hineinpassenden Preßklotz, den man nach erreichtem Höhepunkt der Pressung mittels Schraubenbolzen in der Form befestigt, welche man dann aus der Presse nimmt und an einem möglichst kühlen Orte bei Seite stellt.

Wird nach Verlauf mehrerer Wochen das Kautschuk aus der Form genommen, so bildet es einen compacten Block, der zum Schneiden alsdann geeignet ist.

Um die auf die eine oder die andere Weise aus künstlich verarbeitetem oder aus natürlichem, oder aus vulcanisirtem Kautschuk erhaltenen Bänder in Fäden zu schneiden, dienen Walzwerke mit zwei ineinandergreifenden Stahlwalzen nach der Art des bei der Eisenfabrikation gebräuchlichen Eisenschneidewerks. Um den Schneidewalzen eine gewisse Schärfe zu ertheilen, werden die schmalen Umfänge mit V-förmig eingedrehten Cannelirungen versehen, wodurch die Wirkung ganz einer Vereinigung von mehreren Kreisscheeren gleichkommt.

Newton [1]) ließ sich zum Zerschneiden breiter Blätter die folgendermaßen eingerichtete Maschine patentiren. Ein Rahmengestell trägt an dem einen Ende eine Walze zur Aufnahme des zu zerschneidenden Blattes, in der Mitte den aus drei Walzen bestehenden Schneideapparat, am anderen Ende eine Leitwalze und darüber eine Spule zur Aufnahme der Fäden. Der Schneideapparat besteht aus drei übereinanderliegenden Walzen, deren unterste mit kreisförmigen Messern besetzt ist, die in verschiedener Entfernung von einander festgestellt werden können. Die mittlere Walze ist von Metall und hat umlaufende Einschnitte, die den Messern der unteren Walze entsprechen; die obere Walze ist von Holz oder Metall und glatt. Die beiden oberen Walzen von gleichem und geringerem Durchmesser als die unterste, drehen sich mit gleicher Geschwindigkeit und führen das Kautschukblatt gleichmäßig der großen Schneidewalze zu, die sich hundertmal so rasch dreht, als jene und mit dem unteren Theile in Wasser taucht, um die Messer immer naß zu erhalten. Das zu zerschneidende Blatt wird über die oberste Walze geleitet, passirt zwischen dieser und der eingeschnittenen, und gelangt zwischen diese und die unterste, welche es in Fäden zerschneidet, deren Breite der Entfernung der Messer von einander entspricht; sie gehen dann über die Leitwalze und werden auf die Spule aufgewickelt.

Wir geben hier noch Zeichnung und Beschreibung einer Maschine zur weiteren Theilung der Bänder in Fäden.

Das Band wird zwischen die Kreismesser *CC* (Fig. 19) gebracht, welche auf den Wellen *RR* sitzen. Dünne Messingplatten halten diese Messer getrennt von einander in einer Entfernung, die verändert werden kann. Zwei aufrecht stehende Platten *M*, mit Schrauben an jeder Walze, halten den ganzen Apparat zusammen. Die Achsen dieser Walzen liegen in Messinglagern und sind mit Richtschrauben versehen, um die Messer einander zu nähern oder von einander zu entfernen.

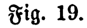
Auf der Achse der unteren Walze sitzt ein Rad *r*, welches in ein kleines Rad *r'* eingreift, das Rad *r'* sitzt auf derselben Welle wie das Pully *P*. Der Durchmesser des Rades *r* ist dreimal größer als derjenige des Rades *r'*. Das Pully *P* ist doppelt so groß als *r'* und die Bewegungsschnur geht um die Trommel *B*. Durch Drehung der letzteren wird die ganze Maschine in Bewegung gesetzt.

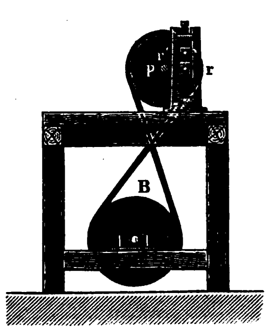
---

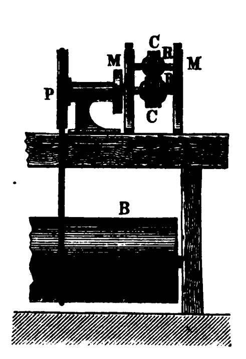
[1]) Muspratt, techn. Chem. 3, 1695.

Fäden von großer Länge stellt man durch Zerschneiden von Röhren dar. Eine Kautschukröhre wird über eine Walze, die in schraubenförmiger Bewegung fortrückt, gezogen. Bei jeder Umdrehung geschieht die Vorwärtsbewegung um die Höhe eines Schraubenganges. Durch ein gegen die Walze gerichtetes Messer wird die Röhre in Form einer Spirale zu einem Faden zerschnitten, dessen Dicke durch die Höhe der Schraubengänge bestimmt wird.

Die Herstellung der runden Kautschukfäden geschieht nur in der Weise, daß man das gereinigte Kautschuk durch Behandeln mit Schwefelkohlen-


Fig. 19.





stoff und Alkohol zu einer teigförmigen Masse bildet, die in speciellen Apparaten dann zu Fäden geformt wird. Aubert & Gérard[1]) waren die ersten, welche auf diese Weise runde Kautschukfäden herstellten.

Nach einem Berichte von Barreswil, welchen derselbe an die Societé d'encouragement erstattete, verfährt man in der Fabrik von Aubert & Gérard in Paris dabei in folgender Weise:

Als Material verwendet man hauptsächlich Paragummi, welches in Form von Flaschen und Platten in den Handel kommt.

Auf Waschwalzen (s. Fig. 2 und 3, S. 54 u. 55) wird das Gummi zuerst gereinigt. Das gereinigte und getrocknete Kautschuk zerschneidet man in Stücke und bringt diese in weitmündige Gefäße von Zink. Man übergießt alsdann das Kautschuk mit Schwefelkohlenstoff, der etwa 5 Proc. Alkohol enthält. Auf 1 Thl. Kautschuk wendet man 2 bis $2^1/_2$ Thle. dieser Mischung, je nach Qualität des Kautschuks an. Die Zinkbüchsen werden mit einem Deckel verschlossen, dessen Rand in eine an der Mündung der Büchse angebrachte tiefe Rinne eingesetzt wird, die Werg enthält, welches mit einer Mischung von Leim und Syrup getränkt wurde, welch' letztere Mischung einen für Schwefelkohlenstoff undurchdringlichen Kitt bildet. Gewöhnlich nach 12- bis 15stündiger Maceration ist das Kautschuk zu einer leicht knetbaren Masse geworden.

Der so erhaltene Kautschukteig wird in verticale Cylinder gebracht, welche am unteren Ende mit einem Metallgewebe versehen sind. Mittels eines Stem-

---

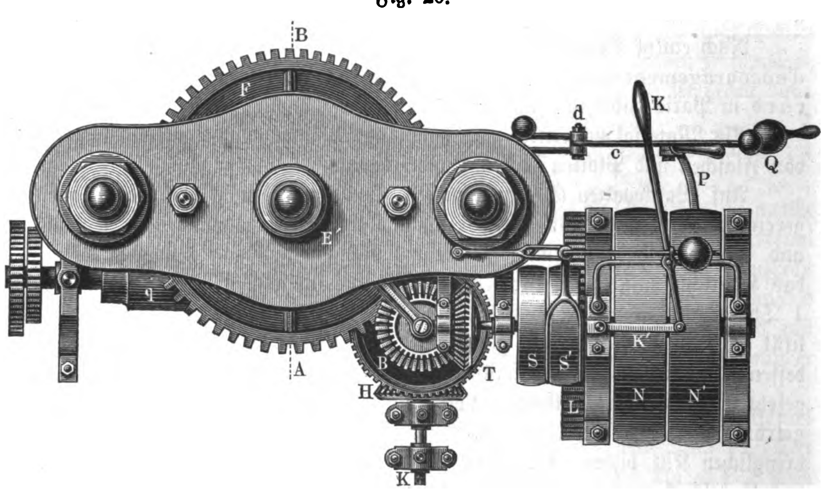
1) Dingl. pol. J. 130, 181.

pels wird der Teig durch dieses Metallgewebe hindurch getrieben, um ihn vollständig zu reinigen und gleichförmig zu machen. Hierauf bringt man ihn in einen anderen verticalen Cylinder, in dem mittels eines Stempels ein Druck auf den Teig ausgeübt wird, wodurch derselbe in Form von Fäden aus den Oeffnungen des Cylinders hervortritt. Diese Oeffnungen finden sich nur in einer Reihe, damit die Fäden nicht auf einander zu liegen kommen. Diese Fäden werden von einem Tuche ohne Ende aufgenommen und legen auf demselben einen Weg von 4 m zurück; von hier aus gelangen sie auf ein endloses Drahtgewebe, über welchem ein Sieb angebracht ist, das in schüttelnder Bewegung die Fäden mit Talkpulver bestäubt, um die Adhärenz zu verhüten. Weiterhin werden die Fäden von einem gewöhnlichen Tuche aufgenommen, welches in 10 Minuten einen Weg von 150 bis 200 m durchläuft. Am Ende dieses Laufes sind die Fäden hinreichend trocken, indem das Lösungsmittel größtentheils verdunstet ist. Wir geben hier in den Figuren 20 und 21 die Zeichnungen, sowie die Beschreibung einer solchen Presse.

Maschinen zum Pressen der Kautschukfäden, -Blätter und -Röhren[1]).

Fig. 20 ist die Ansicht der Maschine von oben gesehen; Fig. 21 zeigt die Maschine in der Vorderansicht.

Fig. 20.

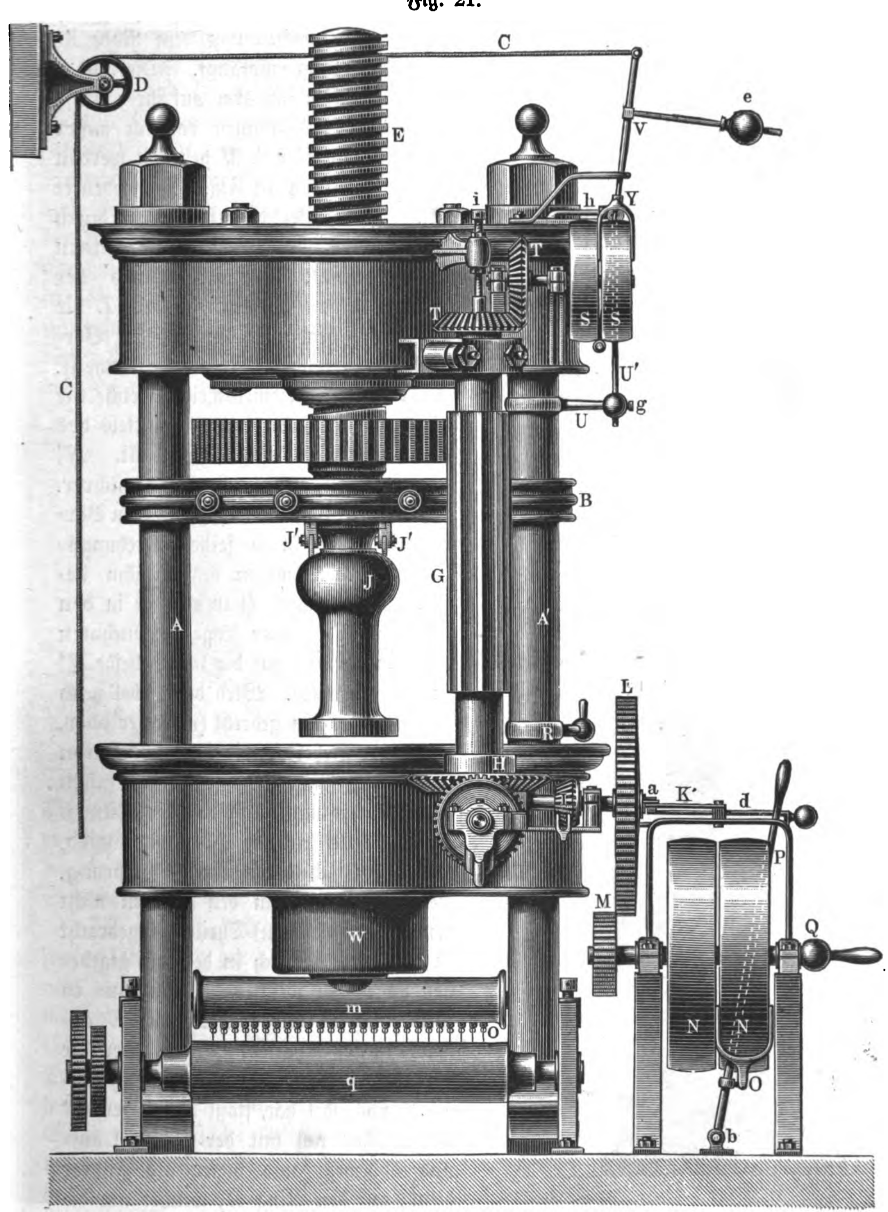


E Schraubenspindel, welche sich in der in dem Querstück *E'* befindlichen Mutter dreht. *F* Zahnrad, welches mit dem unteren Ende der Spindel

[1]) Dingl. pol. J. 130, 188.

verbunden ist und dieser die Drehung mittheilt. Das Rad *F* empfängt die Bewegung von dem gezahnten Cylinder *G*, welcher seinerseits von dem konischen

Fig. 21.



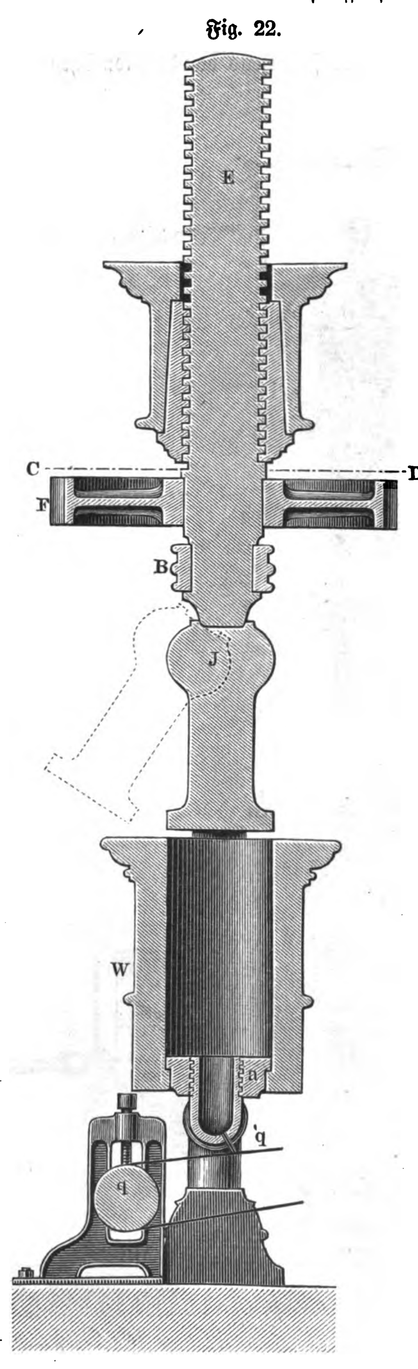
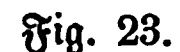


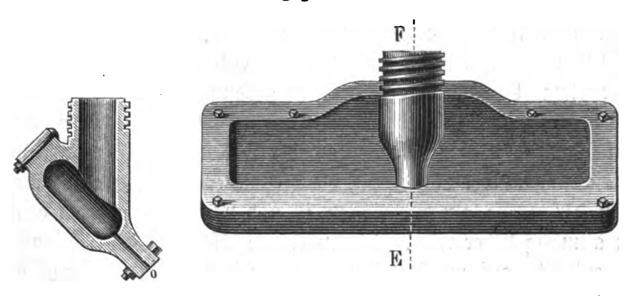
Fig. 22.

Rade *I* durch Vermittelung des Rades *H* in Bewegung gesetzt wird. Der Achse des Rades *I* wird die Bewegung durch das auf derselben Achse sitzende Rad *L* mitgetheilt, welches von dem Rade *M* seine Bewegung empfängt. Die Räder *I* und *L* lassen sich aber auf ihrer Achse verschieben und können dadurch außer Eingriff mit *H* und *M* gebracht werden (welche Stellung in Fig. 21 angedeutet ist). Diese Verschiebung wird durch den Hebel *K* bewirkt, der in *a* seinen Drehungspunkt hat und mittels der Stange *K'* auf *L* wirkt, worauf *L* die Bewegung dem mit ihm in fester Verbindung stehenden Rade *I* mittheilt. *N* ist die feste Riemenscheibe, welche die Bewegung empfängt und sie mittels des Rades *M* der Maschine mittheilt. *N'* lose Riemenscheibe, *O* Riemenführer. Letzterer steht mit einem Hebel *P* in Verbindung, der in *b* seinen Drehungspunkt hat und wegen des an ihm befestigten Gewichtes *Q* immer die in den Figuren angedeutete Lage anzunehmen und den Riemen auf die lose Scheibe *N'* zu bringen strebt. Wird der Hebel nach der Maschine hin gedreht (wobei er aber, wenn der Hebel *K* die in den Figuren angedeutete Länge und Gestalt hat, gegen diesen stoßen muß), so daß der Riemen auf die feste Scheibe *N* geleitet wird, so legt er sich gegen einen Vorsprung, welcher an dem (in den Figuren nicht deutlich dargestellten) Theile *c* angebracht ist und wird dadurch in der ihm gegebenen Lage, bei welcher die Maschine in Bewegung ist und die Spindel *E* abwärts geht, erhalten. Wenn aber die Spindel *E* ihre Bewegung nach abwärts vollendet hat, stößt das Querstück *B*, welches sich mit der Spindel auf- und abbewegt und dieser als Führer dient, auf den Ring *R*, welcher um die Säule *A'* gelegt ist und drückt diesen

Ring abwärts. Dies hat zur Folge, daß die an diesem Ringe befestigte Stange auf das eine Ende des Theiles *c* (welcher um *d* drehbar ist) stößt und dadurch bewirkt, daß dieser Theil den Hebel *P* losläßt, welcher dann die in den Figuren angedeutete Lage wieder annimmt, den Riemen auf die lose Scheibe führt und dadurch die Maschine zum Stillstande bringt.

Soll die Spindel *E* sich wieder aufwärts bewegen, so werden zunächst die Räder *I* und *L* mittels des Hebels *K* ausgerückt. Durch Anziehen an der Schnur *C* bewirkt man dann, daß die Stange *V*, an welcher der Riemenführer *Y* befestigt ist, nach *h* hin sich dreht und dadurch den Riemen von der losen Scheibe *S'* auf die feste Scheibe *S* bringt. Dadurch wird die Achse, an welcher diese Scheibe sich befindet, in Drehung versetzt, welche Drehung dann mittels der Räder *T* und *T* auf den gezahnten Cylinder *G* übertragen wird. Diese Drehung geschieht in solchem Sinne, daß dadurch mittels des Eingriffs von *G* in *F* die Spindel *E* aufwärts bewegt wird. Bei dieser Aufwärtsbewegung stößt zuletzt das Rad *F* gegen den um die Säule *A'* gelegten Ring *U*, wodurch dieser Ring und die mittels der Schraube *G* an ihm befestigte Stange *U'* etwas gehoben wird. Das obere Ende dieser Stange wirkt dabei auf den beweglichen


Fig. 23.



Theil *h*, welcher mittels eines an ihm befindlichen Zahnes oder Vorsprungs die Stange *V* in ihrer Lage erhält, und hebt diesen Theil, was zur Folge hat, daß er die Stange *V* losläßt, welche nun durch das an ihr befestigte Gewicht *e* wieder in die frühere Lage gebracht wird und dabei den Riemen auf die lose Scheibe *S'* führt, worauf die Aufwärtsbewegung der Spindel *E* aufhört.

K ist eine kleine Achse, auf deren vierkantiges Ende man eine Kurbel stecken kann, um durch Drehung derselben mittels der Räder *H* die Spindel *E* von der Hand rasch auf- und abwärts zu bewegen. *J* ist der eiserne Kolben, welcher den Kautschukteig aus dem Cylinder *W* herauspreßt. Er ist durch Charniere *J'J'* aufgehängt, so daß man ihm die in Fig. 22 (welche ein Durchschnitt nach *A* bis *B* von Fig. 20 bildet) durch punktirte Linien angedeutete Lage geben kann, was geschieht, wenn der Cylinder *W* gefüllt wird. Seine obere Fläche besteht ebenso wie das untere Ende der Spindel *E*, welches darauf wirkt, aus Stahl. Der Kautschukteig wird beim Niedergange des Kolbens *J* aus dem Cylinder *W* in den horizontalliegenden bronzenen Cylinder *m* gepreßt. Dieser ist mit einer Anzahl Oeffnungen versehen, die (an-

scheinend in Beziehung auf die Verticallinie) unter einem Winkel von 30° stehen. In diese Oeffnungen werden Röhren (filières) von Zinn *o* eingeschraubt, durch welche die Kautschukfäden heraustreten. Solche Röhren hat man von verschiedener Weite, je nach der Dicke der zu erzeugenden Fäden. Sollen Kautschukblätter angefertigt werden, so wird der Cylinder *m*, welcher an *W* angeschraubt ist, abgeschraubt und dafür ein anderer hohler Theil angeschraubt, den (in größerem Maßstabe als die übrigen Figuren) Fig. 23 (a. v. S.) in der Vorderansicht und im Durchschnitte *EF* zeigt.

Dieser Theil mündet nach unten und seitlich in eine spaltförmige Oeffnung *o* aus, durch welche beim Pressen das Kautschukblatt austritt. Die Fäden oder Blätter werden nach ihrem Austritte von einem um die Walze *q* geschlagenen endlosen Tuche *q'* aufgenommen und fortgeführt.

Vorrichtung um die Kautschukfäden von der Presse aus weiter fortzuführen[1]).

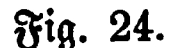
Beim Austritt aus der Presse werden die Kautschukfäden von einem endlosen Tuche von sammetartig gewebtem Zeuge (velours sans fin) aufgenommen, welches sie etwa 4 m weit fortführt, und dann einem endlosen Tuche aus Drahtgewebe übergiebt. Die beiden Figuren 24 und 25 (S. 98) stellen Verticaldurchschnitte der zur Fortleitung der Fäden dienenden Vorrichtung dar. Diese Vorrichtung besteht aus einem, die verschiedenen Walzen tragenden Gestell, welches bei der Presse am niedrigsten ist und von hier aus nach dem anderen Ende hin allmälig höher wird. Der vorderste Theil der Vorrichtung, welcher das Tuch enthält, auf welches die Fäden nach dem Austritt aus der Presse zunächst gelangen, ist in den Figuren nicht dargestellt. Fig. 24 zeigt den darauf folgenden Theil, welcher das Drahttuch enthält, Fig. 25 das hintere höchste Ende der Vorrichtung. Der zwischen beiden liegende Theil derselben enthält bloß in gewissen Abständen Gestelltheile, in denen Rollen oder Stäbe liegen, über denen die endlosen Tuche weggleiten. Von dem ersten endlosen Tuche *B* aus gelangen die Fäden auf das Drahttuch *C*, welches in der durch Pfeile angedeuteten Richtung sich bewegt. Ueber demselben befindet sich ein von einem Kasten *J* umschlossenes sechsseitiges Sieb *K*, welches Talkpulver enthält, und indem es in drehender Bewegung ist, die unter ihm durchgehenden Fäden mit demselben bestäubt.

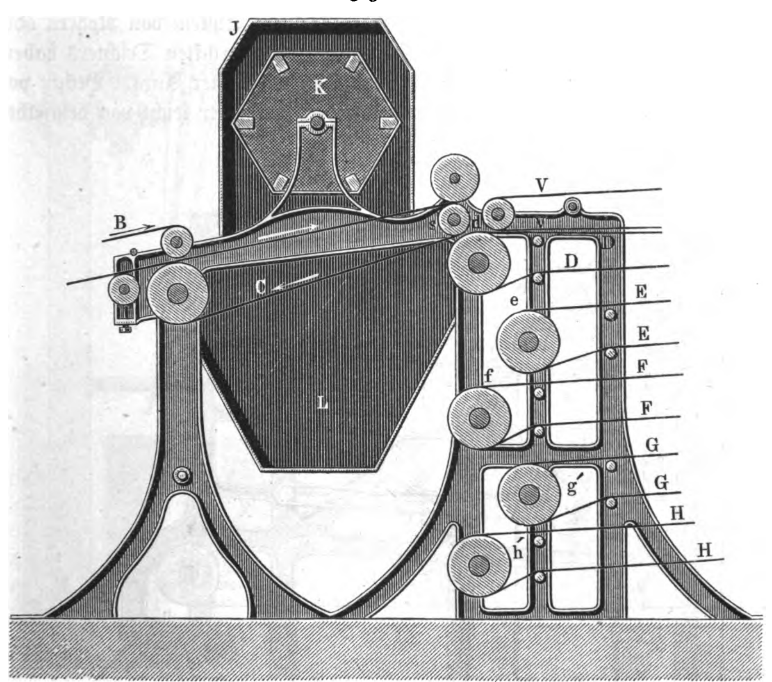
Der Ueberschuß des Talkpulvers fällt durch das Drahttuch hindurch in eine in dem Kasten *L* angebrachte Schieblade, die man wechselt, wenn sie mit Talk gefüllt ist. Die Fäden verlassen das Drahttuch bei *d* und gelangen dann auf das endlose Tuch *D*, welches um die Walzen *D'*, *D'* geschlagen ist (der in den Figuren fehlende Theil dieses und der übrigen Tuche ist in Gedanken in der

---

[1]) Dingl. pol. J. 130, 190.

Art zu ergänzen, daß die Linien *DD*, *EE* u. s. w. von Fig. 24 in die Linien *DD*, *EE* u. s. w. von Fig. 25 übergehen). Dieses führt sie fort bis *e* und übergibt sie hier einem zweiten endlosen Tuche *E*, welches sich in entgegengesetzter Richtung bewegt. Von diesem Tuche aus gelangen die Fäden bei *f*


Fig. 24.



auf ein drittes Tuch *F*, von diesem bei *g'* auf ein viertes *G* und von diesem bei *h'* auf ein fünftes *H*, welches sie bei *h* verlassen.

Jedes dieser Tuche ist ca. 70 m lang (*H* ist etwas länger als die übrigen) und hätten demnach die Fäden einen Weg von 5 × 35 = 175 m zurückzulegen.

V ist ein endloses Tuch von weichem sammetartigem Gewebe (velours mou), welches dicht über dem vordersten Theile des Tuches *D* sich befindet und dazu dient, die Fäden, welche von *C* nach *D* übergehen, zu fassen. Die fünf Tuche *D* bis *H* und das Tuch *V* können sich schneller bewegen, wie das erste Tuch *B* und das Drahttuch *C*. Die Fäden erleiden dann zwischen *S* und *V* eine Drehung. *s* ist eine leichte Walze, welche auf dem Ende des Drahttuches liegt, um bei der Drehung der Fäden diese etwas festzuhalten. Die Zapfen der vier Walzen in dem hinteren Theile des Gestelles, über welche die Tuche *DEFG* gehen, liegen in Lagern, welche zwischen Schienen *N* verschoben werden können. An dem Lager jeder dieser Walzen ist eine Schnur befestigt, welche über eine

Rolle *X* und von hier zurücklaufend über eine Rolle *X'* läuft. An dem Ende jeder dieser Schnüre hängt ein Gewicht *M*. Diese Einrichtung dient dazu, die genannten vier Tuche gespannt zu erhalten.

Bei dem Tuche *H* geschieht dies durch eine andere in den Figuren nicht angegebene einfache Vorrichtung.

Der zur Aufnahme der Kautschukfäden dienende Apparat, der in den Figuren 25 und 26 dargestellt ist, besteht aus einem System von Röhren oder Canälen *n*, deren oberste Theile die Form eines plattgedrückten Trichters haben.

Die unteren Enden dieser Röhren münden über einer Anzahl Becher von Zink *g* aus, die mit dem Zahnrade *o* verbunden sind, aber leicht von demselben

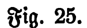


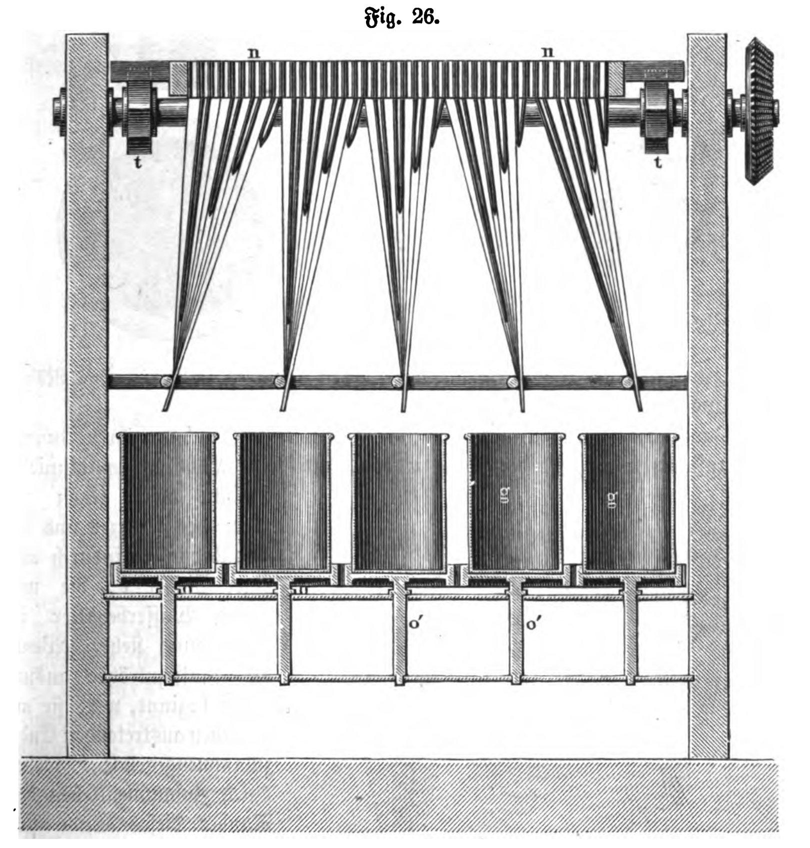
Fig. 25.

abgenommen werden können. Diese Zahnräder, welche an den Achsen *o'* stecken, werden in Drehung versetzt, wobei die Becher *g* sich mit drehen, was bewirkt, daß die Kautschukfäden sich in denselben regelmäßig zusammenlegen. *t* ist ein Rad, welches eine schüttelnde Bewegung ausübt, wodurch das Herabgehen der Fäden in die Röhren *n* befördert wird.

Fig. 27 (a. f. S.) zeigt den Durchschnitt und den Grundriß einer mit einer Reihe von Oeffnungen versehenen Platte, in welche die Röhren (filières), Fig. 28 (a. f. S.), eingesetzt werden.

Fig. 29 (a. f. S.) zeigt Durchschnitt und obere Ansicht der Schraube, in welcher der Cylinder *m* mit seinem Ansatze festgeschraubt wird. *S* sind mit Löchern versehene Platten, auf welche Stücke von Drahtgewebe gelegt werden,

Fig. 26.



die dazu dienen, die Unreinigkeiten zurückzuhalten, welche sich in dem Kautschukteig befinden könnten.

Diese Vorrichtung scheint in dem Preßcylinder *W* angebracht zu werden. Die Maschine hat nun noch eine Vorrichtung, mittels welcher auch Röhren gepreßt werden können. Die Figuren 30 und 31 (a. f. S.) stellen Durchschnitte eines Rohres oder einer Filière dar, mittels deren Kautschukröhren gepreßt werden. Der untere rundliche Theil an Fig. 31 zeigt einen Durchschnitt dieser Filière nach der Linie *A* — *B*. *a* ist die Filière, welche in der Platte *b* des Preßcylinders festgeschraubt wird. *c* ist ein in sie eingesetztes aus vier plattenförmigen Armen bestehendes Kreuz, an welchem der Kern *d* befestigt ist.

Indem der Kautschukteig in dem Preßcylinder gepreßt wird, tritt er durch die Zwischenräume zwischen den Armen des Kreuzes in *a* ein, wird weiterhin

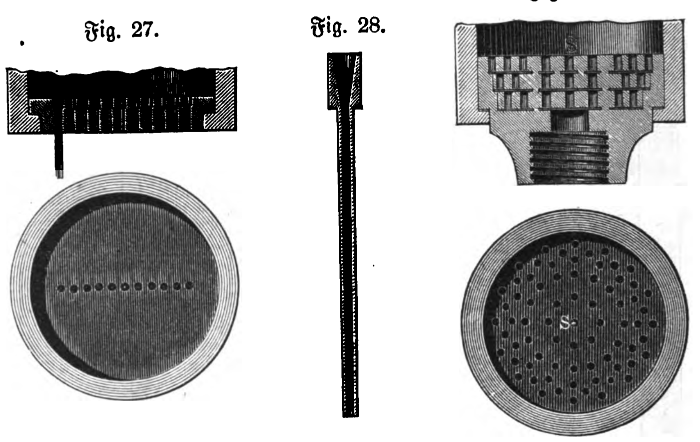


Fig. 27. Fig. 28. Fig. 29.

in den Zwischenraum zwischen *c* und *d* getrieben und tritt in Form einer Röhre unten aus demselben wieder heraus.

Damit die Kautschukröhre sich nicht zusammenlege und an ihrer Innenwand zusammenklebe, ist der Kern *d* hohl und seine Höhlung communicirt seitlich, durch einen der Arme des Kreuzes und die Wand von *a* hindurch mit einer Röhre *r*, die mit einem Wasserbehälter in Verbindung steht. Wenn die Kautschukröhre auszutreten beginnt, wird sie an dem eben austretenden Ende zusammengedrückt, wobei durch Zusammenkleben der Ränder dieses Endes sich schließt.

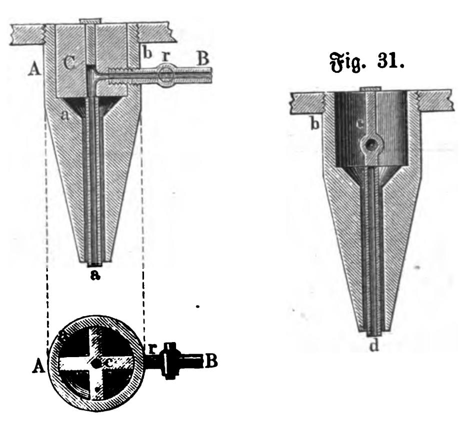


Fig. 30. Fig. 31.

Man öffnet dann den an dem Rohre *r* angebrachten Hahn. Die Kautschukröhre füllt sich nun in dem Maße, wie sie entsteht, gleich mit Wasser, was bewirkt, daß sie ihre Form behält und sie im Inneren nicht zusammenkleben kann.

Durch Einsetzen von Platten mit verschieden großen Oeffnungen können Kautschukfäden von größerer oder geringerer Dicke dargestellt werden.

Für regelmäßige Arbeit hat sich die Dicke von 1 mm am geeignetsten gezeigt; für manche andere Gewebe verlangt man Fäden von größerer Feinheit.

Nach einer sehr einfachen Methode stellen Gérard und Auber aus dickeren Kautschukfäden durch Dehnung dünnere Fäden von jeder gewünschten Feinheit dar. Wie schon bei Besprechung der Eigenschaften des rohen Kautschuks hervorgehoben wurde, zeigt das Kautschuk die Eigenthümlichkeit, wenn es im ausgedehnten Zustande der Kälte oder Wärme ausgesetzt wird, seine Elasticität zu verlieren und in diesem ausgedehnten Zustande zu verbleiben. Gérard und Auber benutzten diese letztere Eigenschaft, um dünnere Kautschukfäden aus dickeren darzustellen.

Der dickere Faden wird abwechselnd in die Länge gezogen und dabei erwärmt.

Man kann auf diese Weise so feine Fäden darstellen, daß 50000 m auf 1 kg gehen [1]).

Nicht allein die durch Pressen aus Kautschukteig erhaltenen dicken Fäden können in dünne ausgezogen werden, sondern auch die aus Bändern geschnittenen Fäden können auf ganz ähnliche Weise in dünne Fäden verwandelt werden.

Bevor die Fäden aus natürlichem Kautschuk zum Weben verwendbar sind, müssen sie auf Spulen gewickelt werden, damit sie ihre größte Ausdehnung erlangen und durch Eintauchen in kaltes Wasser ihrer Elasticität beraubt werden. Sie lassen sich alsdann verweben wie jeder andere Faden. Nachdem die Gewebe hergestellt sind, wird durch Ueberführen eines heißen Eisens den Kautschukfäden ihre Elasticität wiedergegeben. Die Fäden von vulcanisirtem Kautschuk müssen während des Webens durch Gewichte gehalten werden. In neuerer Zeit verwendet man meistens vulcanisirte Kautschukfäden, da diese haltbarer sind.

Um vulcanisirte Kautschukfäden darzustellen, braucht man dem Kautschukteig nur 5 bis 10 Proc. Schwefelblumen zuzusetzen und auf 135 bis 138° zu erhitzen. Oder man kann auch die gestreckten Kautschukfäden nach dem Parkes'schen Verfahren durch Eintauchen in eine $1^1/_2$ procentige Lösung von Schwefelchlorür in Schwefelkohlenstoff vulcanisiren.

Gérard und Auber vulcanisiren nach einem anderen Verfahren. Sie bringen die Kautschukfäden in eine Lösung von Fünf- oder Dreifach-Schwefelkalium und erhitzen 1 bis $1^1/_2$ Stunden auf 150° C.

Darstellung von Platten.

Fast die meisten Gegenstände, hohle wie massive, werden aus dünnen Gummiplatten, entweder durch Zusammenkleben oder durch Aufeinanderlegen geformt.

---

[1]) Die Joint-Stock Cautchouc Comp. bezeichnet ihre Fabrikate mit den Nummern 1 bis 8. Nro. 1 ist die feinste und gehen davon ungefähr 5000 m auf ein Pfund. Nro. 4 hat 2000 m pro Pfund und Nro. 8 700, was schon ein sehr kräftiger Faden ist. Der feinste wird zu feineren elastischen Geweben, für elastische Gold- und Silberdamenarmbänder u. s. w. verwendet. Die Gesellschaft fertigt auch Fäden, deren 13000 m auf ein Pfund gehen.



Die Operation des Plattenziehens selbst wird in folgender Weise ausgeführt:

Die gehörig vorgearbeitete, mit Schwefel gemischte Gummimasse wird entweder auf übereinanderstehenden Walzen oder einem Kalander zweimal durchgewalzt und dann zu einer Platte von gewünschter Stärke ausgezogen. Man legt gewöhnlich vor die Walze oder den Kalander 12 bis 15 Pfd. Gummi, und stellt die Walzen mittels der an dem Walzwerk oder dem Kalander befindlichen Stellschrauben je nach der Dicke der zu bildenden Platten. Die aus den Walzen hervorkommende Gummiplatte wird entweder auf eine mit Talkum bestreute vorgehaltene große Zinktafel gelegt, oder auf ein leinenes Tuch ohne Ende gebracht und auf eine Walze gerollt.

Bei Anwendung einfacher Walzwerke muß die Kautschukplatte in einem Gange fertig sein, weil es kaum möglich ist, sie ohne Beschädigung nochmals die Walze passiren zu lassen. Die Gummiplatten werden deshalb besonders nach den Seiten hin nicht so egal. Wo es sich um Platten von sehr egaler glatter Oberfläche handelt, bedient man sich des Kalanders mit mehreren Walzen, dessen Zeichnung und Beschreibung wir hier geben wollen[1]) (Fig. 32 bis 34).

Kalander,

Maschine zum Herstellen von sehr egalen und glatten Kautschukplatten.

Die Figuren 32, 33 und 34 stellen die Maschine in zwei rechtwinklig gegen einander genommenen Ansichten und einem Durchschnitt durch die vier Walzen dar. Der Apparat enthält vier hohle Walzen von Gußeisen von gleichem Durchmesser und gleicher Länge, die sich sämmtlich mit gleicher Geschwindigkeit drehen. Die bronzenen Lager für die hohlen Zapfen der Walzen sind in dem eisernen Gerüst BB' verschiebbar angebracht, so daß sie in verticaler Richtung stellbar sind und gestatten die Entfernung der Walzen nach der bezweckten Dicke der Kautschukplatten genau zu justiren; nur die Lager der zweiten Walze A' liegen unverrückbar fest, weil dieser Walze zunächst die Drehung von außen mitgetheilt und von ihr auf die übrigen drei Walzen übertragen wird. Um nun zunächst die erste (unterste) Walze A stellen zu können, dienen zwei auf die beiden Lager wirkende Stellschrauben a (Fig. 34, S. 104), die mittels der Räder b und der in dieselben eingreifenden, auf der Welle d sitzenden Schrauben ohne Ende c durch das Handrad C beliebig angezogen werden können. Indem also der Arbeiter dieses Handrad rechts oder links dreht, hebt oder senkt er beide Lager und mit ihnen die untere Walze, ohne ihren Parallelismus mit der zweiten zu stören.

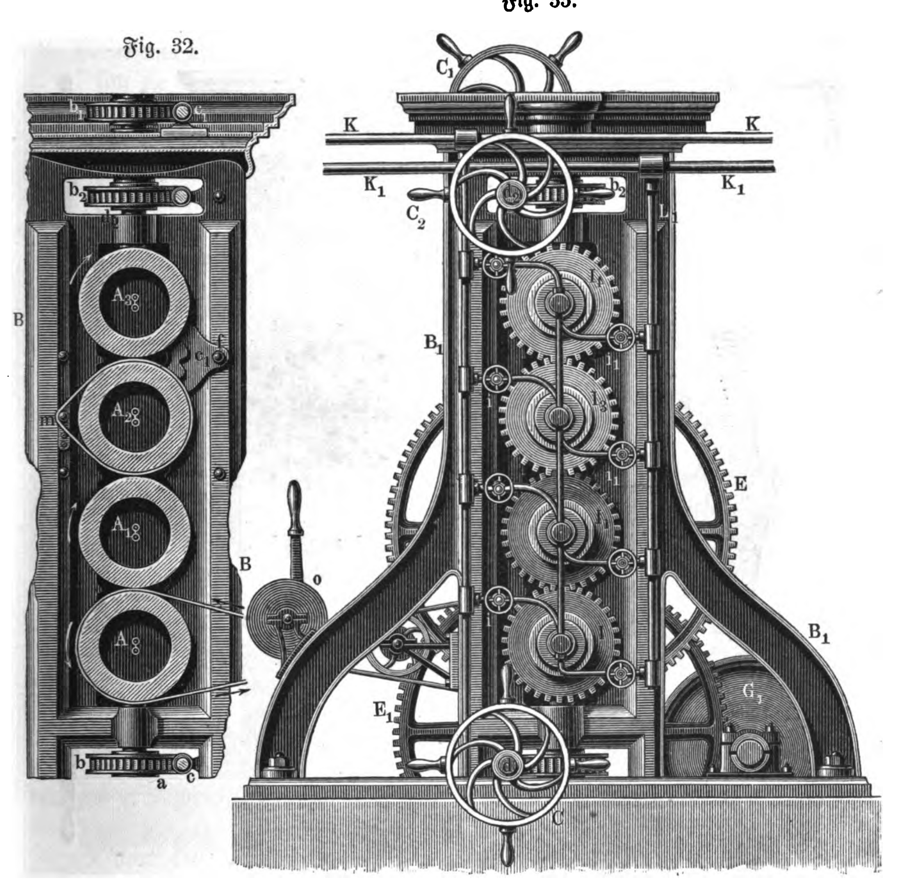
Durch einen ähnlichen Mechanismus erfolgt auch die Stellung der oberen Walzen und zwar sowohl die Entfernung zwischen A_2 und A_3 unter einander

---

1) Prechtel's Encyklopädie.

als auch beider von A_1. Die vier Lager dieser oberen Walzen nämlich befinden sich in einem verschiebbaren Schlitten, welcher mittels der Schrauben a_1, der Räder b_1, der Schrauben ohne Ende c_1, der Welle d_1 und des Handrades C_1 gehoben und gesenkt werden kann, und an welchem die Lager der Walze A_2 befestigt sind. Durch Drehung der Kurbel C_1 wird also die Walze gehoben und gesenkt, mithin ihr Abstand von der Walze A_1 regulirt. Wieder auf gleiche Weise geschieht die Stellung der Walze A_3, deren Lager in dem erwähnten

Fig. 33.



Schlitten verschiebbar sind und durch die entsprechenden Theile a_2, b_2, c_2, d_2 und C_2, die sich sämmtlich an dem Schlitten befinden, auf- und abbewegt werden können.

Die Bewegung wird zunächst von der Dampfmaschine einer Riemenscheibe G_1, von dieser mittels eines Getriebes dem Zahnrade E_1 und dem auf der Achse desselben sitzenden zweiten Getriebe F, von diesem wieder dem Zahn-

rade E und durch dieses endlich der Walze A' mitgetheilt. Indem das an der entgegengesetzten Seite dieser Walze befindliche Rad I_1 in die Räder I und I_2 eingreift, überträgt es die Drehung auf die Walzen A und A_2, deren letzte endlich mittels der Räder I_3 und I_4 wieder die Walze A_3 umtreibt.

Um die Walzen durch warmes Wasser oder Dampf zu erwärmen, befinden sich oben an dem Gerüst der Maschine zwei Röhren KK und $K_1 K_1$, deren erstere mit dem Dampf- oder Wasserraum des Dampfkessels communicirt und

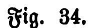


Fig. 34.

von welcher das vertical absteigende Rohr L ausgeht, aus dem der Dampf und das Wasser durch die mit Hähnen i versehenen Zweigröhren mittels Stopfbüchsen in die hohlen Zapfen eingeleitet wird.

Durch ein ganz gleiches Röhrensystem $L_1 i_1$ tritt das Wasser wieder aus, um endlich durch das Rohr K_1 abzufließen.

Schließlich ist noch zu erwähnen, daß sich zwischen den oberen Walzen zwei auf einer Stange f verschiebbare und durch Schrauben zu befestigende

Backen $e_1 e_1$ befinden, durch deren Entfernung von einander die Breite der Kautschukplatte bestimmt wird.

Die Arbeit selbst ist sehr einfach.

Der Arbeiter bringt einen gehörig weich gewalzten Ballen der mit Schwefel gemischten Kautschukmasse zwischen die genannten Backen, worauf das Kautschuk von den sich ziemlich langsam drehenden Walzen ergriffen und zu einer dünnen Platte ausgewalzt wird. Der Arbeiter faßt das vordere Ende, löst es von der Walze ab, an welcher es nur wenig haftet, lenkt es um einen an dem Gerüst der Maschine befestigten glatten eisernen Stab m (Fig. 32) und von da zwischen die zweite und dritte Walze, endlich zwischen die erste und zweite.

Um die fertige Platte aufzunehmen, die bei ihrer Weichheit und Klebrigkeit schlecht zu handhaben ist, kann auf zweierlei Art zu Werke gegangen werden. Entweder, wenn die Platte keine bedeutende Länge besitzt, bringt man zwischen das unterste Walzenpaar, dessen Entfernung entsprechend gestellt sein muß, eine Tafel von dünnem, sehr glattem Zinkblech, die man mit durchlaufen läßt und auf der die Kautschukplatte liegen bleibt, oder läßt ein auf einer besonderen Walze aufgebäumtes und naß gemachtes Leinwandtuch statt der Zinkplatte mit durchgehen und windet es sammt der darauf liegenden Kautschukplatte auf eine andere Walze o, wobei jedoch die durch die Kalander ertheilte schöne Glätte der Oberfläche wieder verloren geht.

Schon beim ersten Durchgang durch die oberen Walzen soll das Kautschuk zu der erforderlichen Dünne ausgewalzt werden, während die beiden folgenden nur die vollkommenere Glättung der Oberfläche bezwecken.

Die Herstellung von verschiedenen Gegenständen aus den Gummiplatten.

1. **Platten.** Dieselben werden in der Technik zum Verdichten gebraucht. Je nach dem Zweck werden aus den Platten entweder Ringe oder Scheiben geschnitten. Man unterscheidet zwei Arten: Platten, solche mit und solche ohne Leinwandeinlage. Gewöhnlich zieht man Platten von 2 bis 3 mm Stärke; um dickere daraus herzustellen legt man mehrere derselben auf einander. Vermöge der großen Klebrigkeit können sie durch Aufeinanderdrücken zu einer Masse vereinigt werden.

Damit aber zwischen den übereinandergelegten Platten keine Luftblase bleibt, verfährt man in folgender Weise: Der Arbeiter bringt die auf einer Zinktafel liegende Gummiplatte auf einen Tisch und legt eine zweite Zinktafel mit einer darauf befindlichen Kautschuktafel darüber. Die Gummiplatte wird an dem einen Ende etwas vorgezogen und mit der unteren Platte zusammengeklebt. Zwei Arbeiter rollen nun eine leichte Walze von Zinkblech über die Gummiplatten, während von anderen Arbeitern die zwischen liegende Zinktafel langsam herausgezogen wird. Auf diese Weise gelingt es, mehrere Platten, ohne daß Luftblasen dazwischen bleiben, auf einander zu kleben. In neuerer

Zeit benutzt man auch die Kalander oder die aufrechtstehenden Walzen, um zwei Platten mit einander zu vereinigen.

Will man Platten mit Leinwandeinlage darstellen, so wird auf die mit einer Gummilösung auf der einen Seite bestrichene Leinwand eine Gummiplatte aufgelegt und innig damit verbunden. Alsdann läßt man die auf der einen Seite mit einer Gummilage versehene Leinwand die Walzen passiren und trägt auf die andere Seite eine Gummischichte von der gewünschten Stärke durch Walzen auf. Das Vulcanisiren der Platten geschieht, wie schon früher erwähnt, durch Aufrollen der Platte zwischen Leinwand auf eine Walze und Erhitzen. Da die Gummiplatten meistens zu Verdichtungen verwendet werden, so setzt man außer Schwefel noch viele mineralische Beimischungen, wie Kreide, Schwerspath rc., zu.

Die Kautschukplatten als Dichtungsmittel führen bei ihrer Anwendung sehr häufig den Uebelstand mit sich, daß dieselben an den Dichtungsstellen nicht fest anschließen und dadurch ihr Zweck nur unvollständig erreicht wird. Um einen dichten Kautschukverschluß zwischen metallenen Leitungsröhren oder bei Dichtungen von Holzgefäßen herbeizuführen, ist es zweckmäßig, den Metall- oder Holzflächen selbst, auf welche das Kautschuk aufgelegt wird, ein Binde- oder Zwischenmittel zur Vereinigung mit dem Kautschuk zu geben. Ein solches Zwischenmittel ist eine ammoniakalische Schellacklösung. Der gebleichte Schellack quillt, in der 10fachen Gewichtsmenge Salmiakgeist verrieben, schleimartig auf und wird nach 3 bis 4 Wochen zu einer Flüssigkeit, welche auf Holz oder Eisen aufgestrichen, das beste Befestigungsmaterial für Kautschukplatten bietet. Der ammoniakalische Schellacküberzug erweicht das Kautschuk und erhärtet bei seiner Austrocknung mit demselben und der Dichtungsfläche zu einer für Gase und Flüssigkeiten undurchdringlichen Schichte. (Musterzeitung, Zeitschrift für Färberei, Druckerei rc. 1871, Nr. 4; Dingl. pol. J. 199, 513).

2. **Die Herstellung der Kautschukschläuche** geschieht, indem man einen in entsprechender Breite zugeschnittenen Kautschukstreifen über einen langen Eisendraht (Dorn), oder bei größerem Durchmesser über ein eisernes Rohr legt und die Ränder, welche in Folge ihrer Klebrigkeit sich leicht verbinden, zusammendrückt. Schläuche mit einer oder mehreren Leinwandeinlagen werden hergestellt, indem man die auf der einen Seite mit einer Kautschukschicht, auf der anderen Seite mit einer aufgetragenen Gummilösung klebrig gemachte Leinwand um den bereits mit einer Gummiplatte überzogenen Dorn ein-, zwei- oder dreimal, je nachdem man Einlagen haben will, wickelt, und schließlich die Einlage mit einer dünnen Kautschukplatte, deren Ränder zusammengeklebt werden, bedeckt.

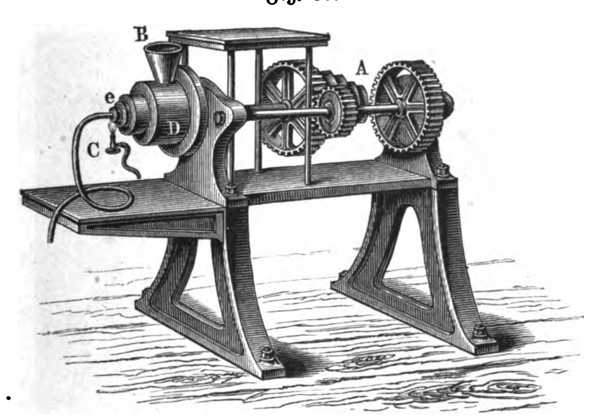
Die Herstellung der Schläuche mit Leinwandeinlagen erfordert die sorgfältigste Arbeit. Es muß namentlich darauf Rücksicht genommen werden, daß eine innige Verbindung zwischen Leinwand und Kautschuk stattfindet. Dann muß die Leinwand selbst möglichst fest um den Dorn gewickelt und außerdem noch eine Reihe von Kleinigkeiten, die wir aber hier nicht näher aufführen können, beobachtet werden.

Wir haben schon auf S. 100 bei Beschreibung der Presse zur Herstellung von Fäden eine Vorrichtung (Fig. 30 und 31) besprochen, wie man mit dieser Presse aus Kautschukteig Schläuche herstellen kann, indem man den Kautschukteig durch runde Oeffnungen herauspreßt, in deren Mitte ein Dorn befestigt ist. Wir verweisen daher auf das S. 100 und 101 Gesagte, geben aber hier noch Zeichnung und Beschreibung einer anderen Maschine (Fig. 35).

Die Construction der Maschine ist sehr leicht begreiflich. *A* ist das Getriebe, an welchem sich innerhalb des Rumpfes *D* ein Schneckengetriebe befindet, welches die durch den Trichter *B* eingeführte Kautschukmasse langsam durch die Oeffnung *e* drückt. Der Raum *D* wird durch Dampf auf 115° erhitzt, um das Kautschuk dadurch plastischer zu machen.

Durch eine Heizvorrichtung mittels einer Gasflamme wird der Ausgang *e* stärker erhitzt, damit der austretende Schlauch *C* beim langsamen Passiren

Fig. 35.



dieses Theils der Maschine eine oberflächliche Vulcanisirung erfährt und dadurch nicht so leicht einer Deformation ausgesetzt ist. Der austretende Schlauch *C* wird in einen Kasten mit Talkumpulver eingelegt und bei 125 bis 130° noch einmal nachvulcanisirt.

Will man an Stelle der Kautschukschläuche Schnüre fabriciren, so braucht man nur den Dorn aus dem Halse bei *e* herauszunehmen.

In neuerer Zeit fertigt man auch Kautschukschläuche an, die zur Verstärkung im Inneren noch eine Drahtspirale enthalten.

Um einen Dorn wird, wie oben, ein Kautschukblatt, ferner je nach Bedürfniß zwei bis drei Einlagen gummirter Leinwand (wie schon beschrieben) fest gelegt und darüber eine Messing- oder Eisenspirale aus rundem Draht gewunden. Die Drahtspirale wird mit einem Kautschukblatt, das durch Bestreichen mit etwas Gummi klebrig gemacht worden ist, bedeckt resp. umschlossen.

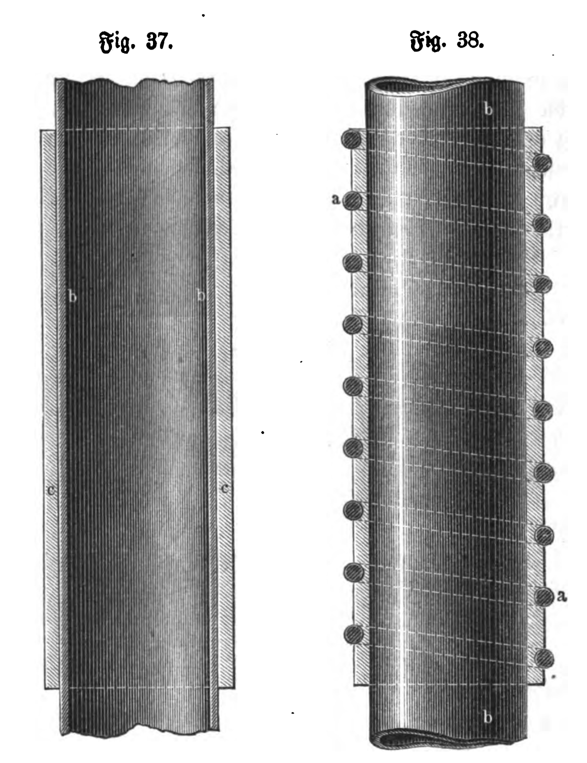
Gummischläuche, welche an Stelle von metallischem Einsatze (Spirale), die durch Säure u. s. w. leicht zerstört werden, Spiralen aus Hartgummi ent-

halten, verfertigt, nach einem patentirten[1]) Verfahren, die Compagnie Franco Americane de Caoutschuc in Paris.

Die Herstellung geschieht in folgender Weise.

Man fertigt zuerst eine Gummischnur *a* (Fig. 36) von rundem oder quadratischem Querschnitt an. Alsdann legt man um eine cylindrische Stange *b*

Fig. 36. Fig. 37. Fig. 38.



(Fig. 37) ein Gummiband *c* aus nicht vulcanisirtem Gummi. Der Durchmesser der Stange (Dorn) entspricht dem lichten Durchmesser des Schlauches. Um dieses aufgerollte Band wickelt man spiralförmig die erwähnte Gummischnur *a* (Fig. 38), welche in dieser Form den gewöhnlichen metallischen Einsätzen entspricht. Hierüber wird ein zweiter Streifen *d* (Fig. 39) aus nicht vulcanisirtem Gummi gelegt und durch Umwicklung mit einem starken Bindfaden *f* mit dem ersten Gummiband *c* in enge Berührung gebracht, so daß keine lufthaltige Zwischenräume bleiben. Der Bindfaden wird dann wieder abgenommen, ein Zeugstreifen *g* (Fig. 40) umgelegt und durch den aufs neue umgelegten Bindfaden festgehalten. In diesem Zustande wird

[1]) D. R.-P. Nro. 7165 v. 16. April 1879.

der Gummischlauch vulcanisirt, wodurch die spiralförmige Einlage ganz hart wird, da sie zweimal der Vulcanisation ausgesetzt ist.

Fig. 41 (S. 110) zeigt den fertigen Schlauch.

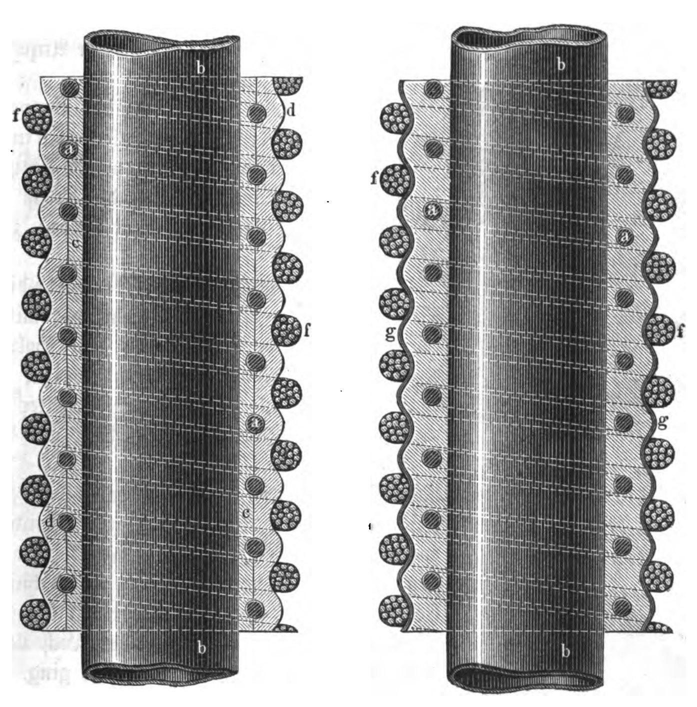
Derartige Kautschukschläuche eignen sich ganz vorzüglich als Verbindungen da, wo durch starkes Biegen eine Einknickung entstehen kann oder wo durch Saugung ein Zusammenfallen der Wände stattfinden würde.

Die Vulcanisirung geschieht, wie schon erwähnt, indem die auf einem Dorn befindlichen, mit Leinwand umwundenen Schläuche in einem hinreichend langen Kessel genügend erhitzt werden.

3. Buffer werden entweder durch Aufeinanderlegen dünner Kautschukplatten und Pressen in einer Form hergestellt oder man schneidet sie aus Gummi-



Fig. 39. Fig. 40.



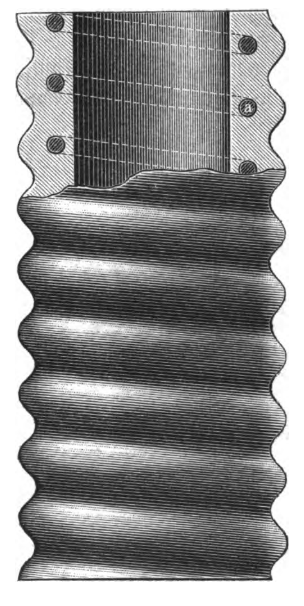
cylindern. Als Formen zur Herstellung von Bufferringen dienen eiserne Ringe, wie Fig. 42 (a. f. S.) zeigt, deren Durchmesser und Höhe sich nach der Größe des darzustellenden Buffers richtet. Aus einer Gummiplatte wird eine der Größe der Form entsprechende Scheibe ausgeschnitten und deren so viele auf einander gelegt, bis der Raum der Form ausgefüllt ist. Mehrere solcher Formen werden auf eine Platte gelegt und dann in einer Presse vulcanisirt.

Bei solchen Buffern, die keinen genauen Durchmesser zu haben brauchen, stellt man einen entsprechend dicken Gummischlauch in der Weise her, daß man

über einen Holzdorn eine Kautschukplatte von der nöthigen Stärke legt und dann das Kautschuk vulcanisirt und nach dem Vulcanisiren auf einer Drehbank in Scheiben von gewünschter Stärke schneidet.

Hierbei wollen wir noch erwähnen, daß in ganz ähnlicher Weise die runden Gummibänder hergestellt werden. Ein auf einem Holzdorn vulcanisirtes Stück Schlauch wird in der oben angegebenen Weise auf einer Drehbank in ganz feine Ringe geschnitten.

Fig. 41.



Die Figuren 43, 44 und 45 zeigen verschiedene Einrichtungen von Buffern, wie sie an Eisenbahnwagen, Locomotiven u. s. w. angewendet werden.

Außer zu Buffern hat das Kautschuk in der neuesten Zeit Verwendung zu Federn an Stelle der Stahlfedern und einer großen Anzahl von Gegenständen gefunden.

Der Erste, der 1825 auf die Verwendung der Kautschukfedern zu Eisenbahnwagen in einem Patent aufmerksam machte, war Lacey. Er schlug vor, Kautschukstücke, die durch eiserne Platten von einander getrennt werden, zu verwenden.

Später, 1844, empfahl Melville die Verwendung von Kautschukkugeln, die mit Luft gefüllt und durch Scheiben von Holz oder Metall von einander getrennt waren. Das Ganze sollte in einen eisernen Behälter eingeschlossen, und als Eisenbahnfedern und Buffer benutzt werden.

Der nächstfolgende wichtigste Schritt wurde durch Fuller 1845 gethan, indem er Kautschukringe von 1/2 bis 3 Zoll engl. und einem Durchmesser entsprechend der Stärke der Feder verwandte. Fig. 46 giebt einen Quer- und Durchschnitt der Feder. Zwischen jedem der Ringe war eine eiserne Platte, die in der Mitte mit einem Loch versehen war, durch welches der Führungsstab ging.

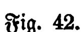
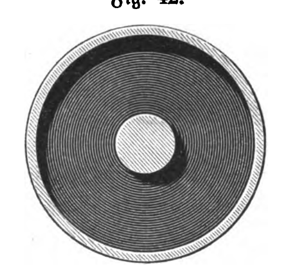


Fig. 42.



Diese Kautschukfedern zeigten aber noch einige Uebelstände, die später von Bergue, Spencer und Coleman verbessert wurden.

Fig. 47 (S. 112) stellt eine Locomotivtragfeder von Kautschuk dar, die unter Angabe von Colemann[1]) construirt wurde. Sie besteht aus einem Cylinder von präparirtem Kautschuk *A* 9 Zoll lang und 9 Zoll im Durch-

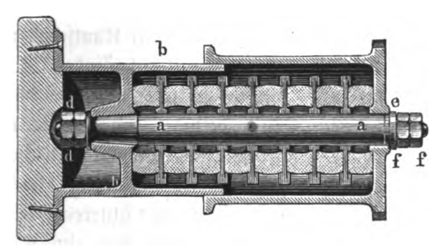
---

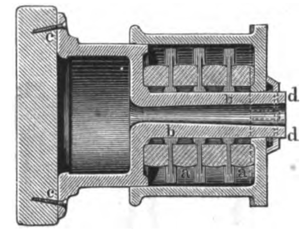
[1]) Craig, Ding. pol. J. 129, 264.

messer mit einem $1^3/_4$ Zoll weiten Loch in der Mitte, durch welches der Bolzen geht. Der Kautschukcylinder wird von einer schmiedeeisernen Platte getragen, die

Fig. 43.


Fig. 44.





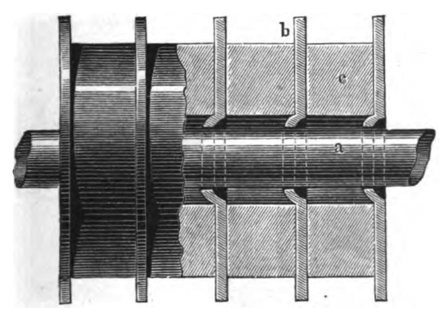
$1^1/_8$ Zoll dick ist und auf einem Vorsprunge des Federbolzens ruht. Auf dem Cylinder liegt eine schmiedeeiserne Platte und eine Querstange, durch welche die Federglieder gehen, die unten an der äußeren Seite des Wagens befestigt und oben durch Mutter und Gegenmutter gesichert sind.

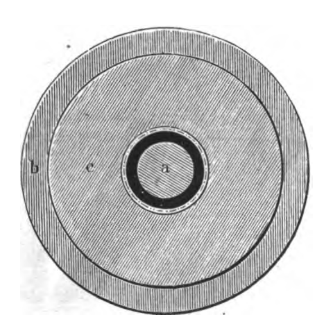
Fig. 45.

Gegen eine zu bedeutende Seitenausdehnung ist der Kautschukcylinder mittels zwei $^3/_4$ Zoll starker Reife gesichert. Die innere Reibung an dem Federbolzen wird durch eine spiralförmig um denselben gewundene Feder von starkem Draht, oder besser von einem starken Eisenstabe aufgehoben.

Um die Nachtheile, welche beim Uebergang über Unebenheiten der Bahn entstehen, zu beseitigen, wodurch zuweilen bei zu großer Elasticität der Federn eine


Fig. 46.





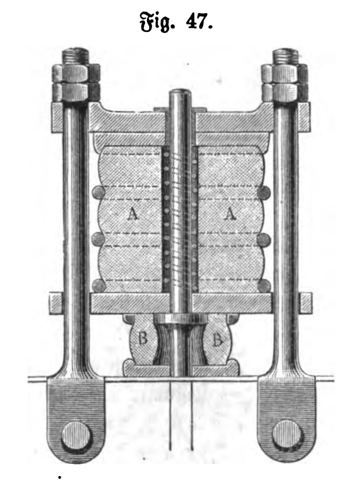
hüpfende Bewegung der Locomotive entsteht, hat man es für zweckmäßig gefunden, zwischen der Bodenplatte und dem oberen Theile des Gestelles oder Rahmens einen anderen kleinen Cylinder *B* anzubringen, wodurch das Zurückprallen der Feder und jede Mittheilung einer Bewegung an den Rahmen verhindert wird.

Fig. 48 (a. f. S.) zeigt eine ähnliche Einrichtung an den Waggons. An den Personenwagen sind zwei solcher Federn paarweis angebracht, um eine größere Elasticität zu erlangen, ohne die Entfernung zwischen dem Mittelpunkt

der Achse und der Sohlstange zu vergrößern. Die Achsbüchse ist in Beziehung auf die Erfordernisse des doppelten Kautschukcylinders abgeändert.

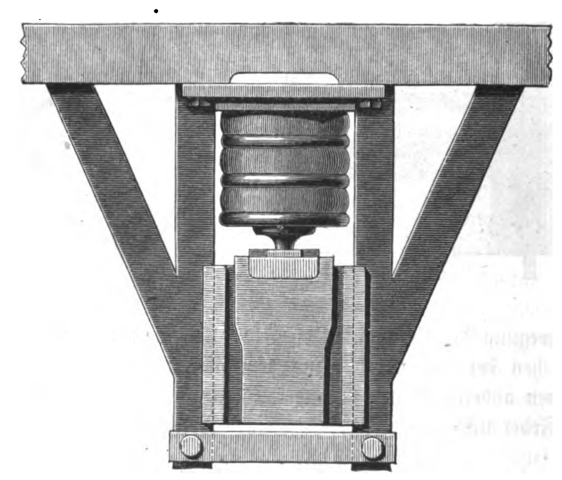
Fig. 49 zeigt die verbesserte Form der sogenannten hydro-pneumatischen Tragfedern für Locomotiven. Der Zweck dieser Form ist, dieselbe Elasticität mit einer geringeren Quantität Kautschuk zu erlangen. Der Kautschukcylinder *AA* hat nur dünne Wände und in dem inneren Raum befindet sich Wasser *B*, welches mittels seines hydrostatischen Drucks den Druck der Belastung gleichmäßig über alle Theile der inneren Oberfläche vertheilt, wodurch man eine weit größere Tragoberfläche erhält, als wenn der Druck auf die Enden beschränkt wäre.

Fig. 47.



Die Flüssigkeit darf den inneren, von dem Kautschukcylinder umschlossenen Raum nicht gänzlich ausfüllen, wenigstens nicht gleich anfänglich, sondern erst dann, wenn die Feder die höchste Belastung hat. Die Luft, welche vorher den Raum einnahm, der nicht mit Wasser angefüllt war, zog sich in den zu diesem Zweck in dem oberen Theil des gußeisernen Deckels angebrachten Raum *C* zurück, und da sie sich dann in einem

Fig. 48.



sehr verdichteten Zustande befindet, so übt sie eine sehr bedeutende Elasticität aus und hilft der Feder ihr Gleichgewicht wieder zu erlangen.

Wir geben hier noch einige Zeichnungen, die die Anwendung von Kautschukfedern, namentlich bei Eisenbahnwagen, wie sie Bergue vorgeschlagen hat, darstellen.

Fig. 49.

Fig. 50.

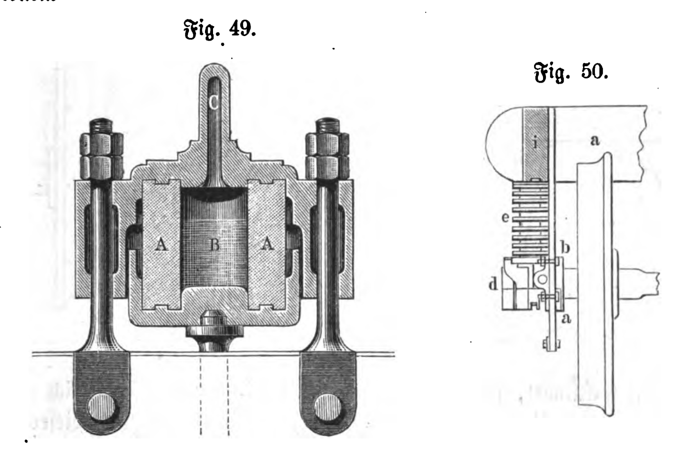


Fig. 50 stellt die Ansicht der Kautschukfeder eines Eisenbahnwagens dar.

Fig. 51 ist die Seitenansicht eines Eisenbahnwagens.

Fig. 52 (a. f. S.) zeigt einen Reisewagen, welcher auf Kautschukfedern ruht. Die letztere unterscheidet sich von der vorhergehenden Feder

1. durch eine Umhüllung mit einem Kasten, um sie vor äußeren Beschädigungen zu schützen,
2. durch die verschiedene Form der Metallplatten.

Fig. 51.

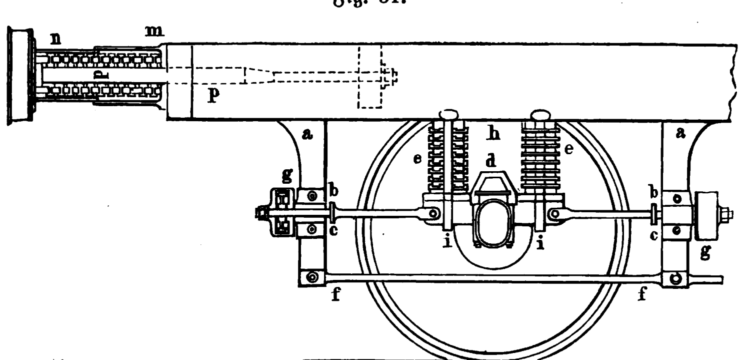


Fig. 53 (a. f. S.) zeigt die hintere Ansicht der Feder im Durchschnitt gesehen.

Fig. 54 (a. f. S.) zeigt den Aufriß eines Güterwagens mit Federn.

Die Vortheile, die sich aus der Benutzung von Kautschukfedern und Buffern ergeben, sind nach Craig folgende:

1. Verminderung des todten Gewichts. Dieser Vortheil ist bedeutender, als es den Anschein hat, da nicht allein eine Verminderung um das Gewicht

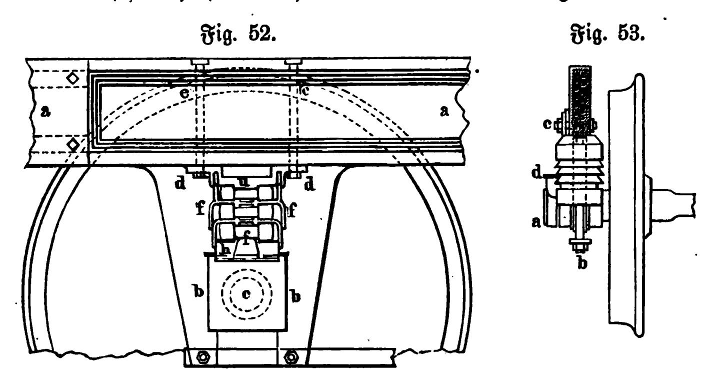


Fig. 52. Fig. 53.

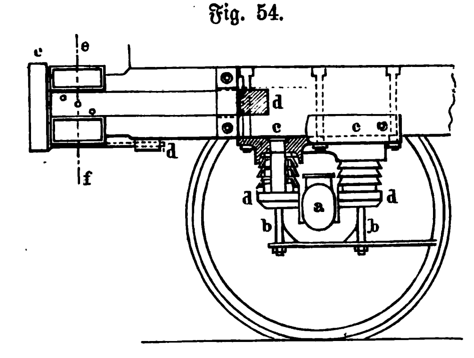
der Federn stattfindet, sondern die Gewichtsverminderung erstreckt sich auch auf andere Theile der Locomotiven und Wagen, weil bei Benutzung dieser Federn eine viel sanftere Bewegung erfolgt.

2. Stetigkeit der Bewegung.

3. Dauerhaftigkeit.

4. Ersparung an Reparaturkosten. Wegen ihrer einfachen Construction

Fig. 54.



können diese Federn nicht leicht beschädigt werden und sind daher die Reparaturkosten unbedeutend [1]).

5. Die Anschaffungskosten sind bei den gewöhnlichen Kautschukfedern nicht theurer als bei guten Stahlfedern; dagegen bei den hydropneumatischen um 20 Proc. billiger.

Nachstehend geben wir noch eine Tabelle über die Biegung der verschiedenen Buffer und Federn bei verschiedener Belastung:

---

[1]) Die Reparaturkosten für 15 Locomotiven mit Stahlfedern betrugen innerhalb 6 Monaten 251 Pfd.-St. $9^3/_4$ Sh. Hingegen kostete die Reparatur von Kautschukfedern bei 14 Locomotiven in 6 Monaten nur 1 Pfd.-St. 18 Sh.

Belastung	Einfache Locomotivfeder Zoll	Dreifache Locomotivfeder Zoll	Hydropneumatische Locomotivfeder Zoll	Waggonfeder Zoll	Pufferfeder Zoll	Zugfeder Zoll
1/2 Tonne . . .	5/6	1/4	5/8	7/8	3/16	1
1 „ . . .	1/2	1/2	7/8	1 1/4	3/4	1 1/2
2 „ . . .	3/8	1/2	1/4	5/8	3/8	1
3 „ . . .	3/8	3/8	1/8	1/2	3/16	5/8
4 „ . . .	3/8	1/4	1/16	—	1/8	—
5 „ . . .	3/8	1/4	1/16	—	3/16	—
6 „ . . .	3/8	—	—	—	3/16	—

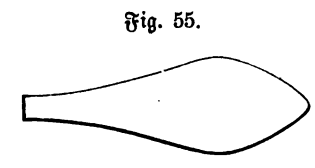
Die Herstellung von Bällen, Puppen, Spritzen &c.

Fast alle hohlen Gegenstände werden aus Platten durch Zusammenkleben erst rohgeformt, hierauf in einer eisernen, aus zwei oder mehreren Stücken bestehenden Form, die durch Schrauben mit einander verbunden werden können, vulcanisirt. Damit die Gegenstände genau die Contouren der Form zeigen, wird in den Kautschukgegenstand, wie schon auf S. 76 ff. erwähnt, vorher eine kleine Quantität Wasser oder kohlensaures Ammoniak gebracht. — Um ein Festkleben des Gummis an die Formwand zu verhüten, wird entweder letztere mit etwas Glycerin ausgerieben, oder die Kautschukgegenstände, ehe sie in die Form gebracht werden, mit Glycerin bestrichen.

Die Kautschukballons werden in folgender Weise hergestellt:

Mittels einer Schablone schneidet man aus einer Kautschukplatte Segmente wie Fig. 55 und klebt diese mit den Rändern zu einer Kugel zusammen. Ehe man sie vollständig verschließt, klebt man innen an einer Stelle eine 6 bis 8 mm dicke kleine Scheibe oder einen kleinen Pfropfen aus Kautschuk, dem kein Schwefel zugesetzt ist, an. Nach der Vulcanisirung wird der Ball an der Stelle, wo der Pfropfen angeklebt ist, durchstochen und durch eine feine Stahlspitze mittels einer Luftpumpe der Ball zur festen Spannung aufgeblasen. Während des Herausziehens der Stahlspitze drückt der Arbeiter mit zwei Fingern die klebrigen Ränder der Oeffnung in dem nicht vulcanisirten Kautschukpfropfen zusammen.

Fig. 55.



Hohle Bälle und Spritzen, die nach der Vulcanisirung nicht aufgeblasen werden, sind aus stärkeren Wänden herzustellen und bei höherer Temperatur zu vulcanisiren.

Maschine zur Herstellung von Kautschukballons.

Statt wie bisher die kleinen Kautschukballons aus vier Theilen zusammenzukleben, verfährt E. Legeune[1]) in folgender Weise:

Der Erfinder stellt durch Pressen auf mechanischem Wege Halbhohlkugeln mit abgeschrägtem Rande dar. Auf diese Weise umgeht er das Ausschneiden mittels des Durchschlageisens, das Abschrägen der Kanten mit der Hand und das Zusammenkleben der beiden Stücke zu einer Halbhohlkugel.

Zur Ausführung dieses Verfahrens hat er eine Maschine construirt, welche eine gewisse Analogie mit einer Stempelmaschine zeigt, sich jedoch in der Construction des Stempels, der Matrize, der Bewegungsübertragung 2c. von dieser Maschine wesentlich unterscheidet.

Fig. 56 ist eine Vorderansicht; Fig. 57 (S. 118) eine Seitenansicht dieser Maschine; die übrigen Figuren 58 bis 61 sind Details derselben.

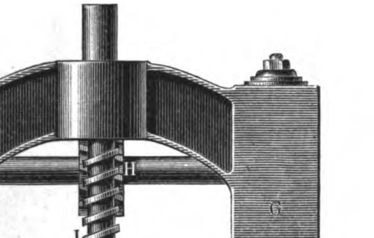
Von der in beliebiger Weise in Rotation versetzten Welle *A* aus wird durch die Stirnräder *ab*, die mit dem Schwungrad *S* und Excenter *c* versehene Welle *B* getrieben. Die Excenterstange *D* ertheilt in Folge dessen der Zahnstange *E*, Fig. 61 (S. 119), nur Auf- und Abwärtsbewegung. Diese Oscillation überträgt sich mittels des Getriebes *d* auf die Welle *F*, welche in dem oberen Theile des Gestelles *G* gelagert ist und ein Schraubenrad *H* trägt, dessen Zähne in die verticale Schraubenspindel *i* eingreifen, weche an ihrem unteren Ende *J* (Fig. 58, S. 119) trägt. Der Stempelhalter *i* ist ferner mit einer schraubenförmigen Nuth *f* (Fig. 57) versehen, in welcher eine mittels einer Schraube an dem Gestell befestigte Nase *j* sitzt. Durch das Schraubenrad wird dem Stempelhalter eine Auf- und Abwärtsbewegung ertheilt, während die Nase *j* ihn außerdem zwingt gleichzeitig eine Rotationsbewegung zu machen, in Folge wovon das Ausschneiden des Kautschuks erleichtert wird. Auf dem Tisch *K* der Maschine ist der Maschinenträger *L* (Fig. 56 und Fig. 60, S. 119) befestigt, welcher die Matrize *M* (Fig. 59, S. 119) aufnimmt und deren Lage durch drei Stellschrauben regulirt wird; der Stempel (Fig. 58) ist cylindrisch und besitzt eine kugelig geformte Endfläche und eine Abschrägung *e*. Er wird mittels eines Stiftes *f* (Fig. 56) in der Hülse *J'* des Stempelhalters befestigt. Die Welle *F* (Fig. 57) ist ferner mit einem Handrad *N* und einem Zahnrad *o* versehen, um welches eine Kette geschlungen ist, die ein Gegengewicht *P* zur Ausbalancirung des Stempels trägt, wenn man die Maschine reguliren will. Die Zahnstange *E* kann mittels eines Griffes *g* (Fig. 61) um 90° gedreht werden, wodurch der Stempel sofort ausgeschaltet wird, ohne daß es nothwendig wäre, die Welle anzuhalten. Der Arbeiter ist auf diese Weise vollständig Herr seiner Maschine und kann seine Arbeit sicher ausführen. Um die Culotten auszuschneiden, bringt man auf den Tisch *K* oberhalb der Matrize *M* eine Kautschukplatte;

---

[1]) D. R.-P. 14569 v. 4. Jan. 1881; Emil Albert Legeune in Paris.

senkt sich nun der Stempel, so treibt er das Kautschuk in das Innere der Matrize, bis der abgeschrägte Ansatz *e* (Fig. 58) mit der Matrize in Berührung

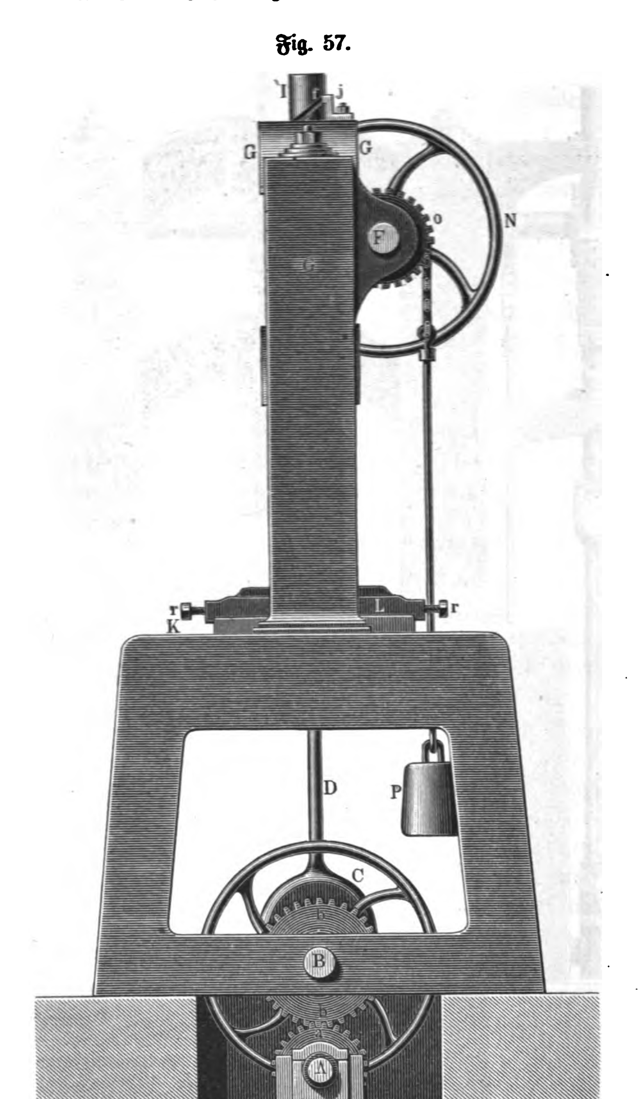
Fig. 56.



kommt, wodurch der Rand des Kautschuks gleichzeitig schräg abgeschnitten wird. Hierauf schiebt man die Kautschukplatte vor und das sich von Neuem senkende Werkzeug wird eine zweite Culotte ausschneiden.

War die Platte schlecht untergeschoben, so kann der Arbeiter die Maschine mittels des Griffes *g* der Zahnstange *E* anhalten. Je nach der Größe der zu

Fig. 57.



erzielenden Calotten kann man die Matrizen und den Stempel auswechseln und muß demgemäß der Hub des Stempels regulirt werden. Zu diesem Zweck wird Welle *A* abgestellt, die Zahnstange gesenkt und mittels des Griffes *g*

entkuppelt. Man setzt die Matrize und den Kern ein, senkt den Stempel mittels des Handrades *N*, bis er den Boden der Matrize erreicht hat und rückt dann die Zahnstange *E*, sowie die Welle *A* wieder ein, worauf die Zahnstange den Stempel wieder hebt.

Nach dem Aufblasen werden die Ballons mit den verschiedensten Farben bemalt. Bei längerem Liegen efflorescirt in vielen Fällen Schwefel aus, wodurch die Gegenstände ein unschönes Aussehen bekommen.

Ein etwas umständliches Verfahren um Farben auf Kautschuk aufzutragen und die nachtheilige Einwirkung des Oelfirnisses auf das Kautschuk, sowie die Efflorescenz des Schwefels zu verhindern, ließ sich J. Levinstein (D. R.-P. 12 090) patentiren.

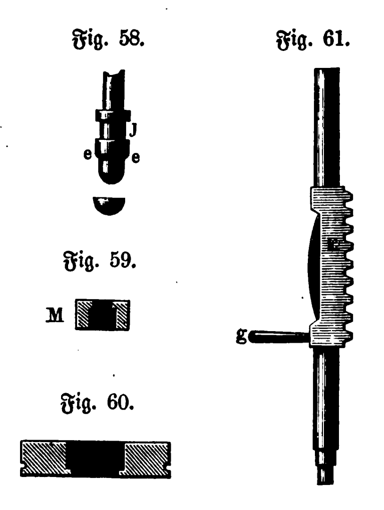


Fig. 58. Fig. 59. Fig. 60. Fig. 61.

Um die Farben aufzutragen, werden dieselben auf Papier, Gewebe oder dünne Häute gedruckt, welche durch Ueberstreichen von Stärke, Eiweiß, Leim oder dergl. gegen das Eindringen des Firnisses gesichert sind. Man läßt nun die so hergestellten Zeichnungen an der Luft vollständig trocknen, erweicht sie dann mit Benzol oder Naphta und drückt sie nun auf die ebenfalls erweichte Oberfläche des Kautschuks. Nach Verflüchtigung der Erweichungsmittel werden die Unterlagen der Farben entfernt und die Gegenstände vulcanisirt.

Sehr häufig zeigt es sich, daß die gut aufgeblasenen Bälle nach einiger Zeit zusammenfallen und schlaff werden.

Es scheint also durch das Kautschuk selbst eine Diffusion von Gasen stattzufinden.

Diese für den Handel sehr nachtheiligen Uebelstände hat man durch Bestreichen der Bälle mit verschiedenen Firnissen zu verhindern gesucht.

Die Masse, die zur Herstellung gewöhnlicher Spielbälle benutzt wird, enthält höchstens 36 bis 40 Proc. Kautschuk; das Uebrige ist Kreide, Zinkoxyd &c.

Die hohlen Gasballons werden aus sehr dünn geschnittenen Blättern von Paragummi, die unten einen kleinen Ansatz zur Bildung einer Röhre zum Zweck der Füllung haben, zusammengeklebt, dann nach der Parkes'schen Methode vulcanisirt, gefärbt und gefirnißt, damit, wenn sie durch Gas stark ausgedehnt sind, dieses nicht so rasch wieder verlieren.

Die Füllung derselben geschieht durch eine Druckpumpe entweder mit Wasserstoff- oder Leuchtgas.

Die Herstellung der massiven Bälle ist nicht genau bekannt. Nach dem, was wir in Erfahrung bringen konnten, geschieht sie in folgender Weise. Die vulcanisirten und nichtvulcanisirten Kautschukabfälle werden auf einer cylindri-

schen Reibe, die ca. 500 bis 600 Umdrehungen per Minute macht, in kleine Schnitzelchen geschnitten, die durch die Reibung erhitzt und in Folge der vielen Trennungsflächen sich leicht wieder vereinigen lassen. Darauf werden sie mit der Hand zu einer Kugel zusammengeballt und in Formen stark zusammengepreßt.

Man formt die Kugel größer als die Form ist. Beim Zusammenpressen drückt sich der Ueberschuß aus der Oeffnung der Form hervor.

Nach fünf- bis sechsstündigem Pressen in der Form werden die Formen noch stärker zusammengepreßt und 10 bis 12 Stunden der Kälte ausgesetzt. Alsdann kommen die Bälle aus den Formen heraus. Sie haben vollständig die ihnen gegebene Form angenommen und behalten sie auch, nachdem man sie, um ihnen ihre Elasticität wieder zu geben, auf 40° C. erwärmt hat.

Wir haben in folgender Weise massive Kautschukbälle darzustellen versucht:

Einer in der Kälte knetbaren Masse von Kautschuk, Schwefel, regenerirtem Kautschuk aus Kautschukabfällen, kohlensaurem Ammon mit etwas in Terpentinöl aufgelöstem Kautschuk unter Zusatz der nöthigen Menge Schwerspath und Kreide wird eine kugelige Form gegeben und um diese Kugel eine dünne Kautschukplatte gelegt. Die Kugel, welche etwas kleiner ist als die Form, wird dann wie die Ballons vulcanisirt. Beim Erhitzen wird die innere Masse aufgetrieben, und das äußere Kautschukblatt an die Wandungen der Form gepreßt. Das Innere des Balles hat dann ein poröses schwammiges Gefüge, während die Oberfläche glatt und dicht erscheint.

Gummisohlen.

Schon seit langer Zeit hat man vulcanisirtes Kautschuk zur Herstellung von Schuhsohlen benutzt. Allen Vorzügen, die die Gummisohle gegenüber den Ledersohlen hat, steht der Nachtheil entgegen, daß sie sich schwer auf den Schuh befestigen läßt. Alle Verbesserungen bei der Gummisohlenfabrikation waren daher darauf gerichtet, leichte und gute Befestigung der Gummisohle zu ermöglichen.

Makintosh schneidet aus einer mit Schwefel gemischten Gummiplatte Sohlen verschiedener Größe.

Um den Rand herum werden in Entfernung von ca. 1 cm Nägel durch die Kautschukplatten gesteckt, die ungefähr noch 1 cm mit den Spitzen hervorragen und dann die Sohle mit den Nägeln vulcanisirt.

Die Nägel haften alsdann ziemlich fest und reißen nicht aus, wie dies der Fall wäre, wenn sie in vulcanisirtes Kautschuk eingetrieben würden.

In neuerer Zeit stellt man Kautschuksohlen her, die aufgenäht oder mit Holznägeln befestigt werden können. Die Kautschuksohle wird mit einem zugespitzten Rande in gleicher Weise, wie bei der gewöhnlichen Lederschuhfabrikation mit einem Lederrahmen versehen und befestigt. Die Sohlen werden, in dazu geeigneten Formen unter der Presse vulcanisirt, auf der Innenseite, um ihnen größere Haltbarkeit zu geben, mit einem gummirten Leinwandstreifen, auf der Außenseite, um die Schlüpfrigkeit bei nassem Wetter zu verhüten, mit Ver-

tiefungen und Erhöhungen versehen. Die Abnutzung der Gummisohlen ist bedeutend geringer als die der Ledersohlen; letzteren gegenüber haben sie nur den Nachtheil, daß sie aus Mangel an Poren die Ausdünstung des Fußes theilweise verhindern.

Die Herstellung der Fußteppiche.

Früher wurden dieselben in der Weise hergestellt, daß man auf ein starkes Segelleinen eine ausgewalzte Kautschukplatte von 4 bis 5 mm Stärke legte und dann unter einer Presse vulcanisirte. Sollte der Kautschukteppich mit Verzierungen versehen werden, so wurden beim Vulcanisiren auf die Gummiplatte gravirte Eisenplatten gelegt.

In neuerer Zeit werden diese Teppiche aus geringem Material, namentlich gemahlenen Kautschukabfällen, hergestellt. Eine aus gemahlenen Kautschukabfällen, etwas natürlichem Kautschuk und Schwefel bestehende Masse wird auf das als Unterlage dienende Segelleinen aufgetragen und über die Masse (um das Brechen zu verhindern) eine 1 mm starke Schichte von gutem Kautschuk aufgetragen.

Gummiriemen.

Die **Gummiriemen** werden je nach der Stärke mit 3 bis 10 Einlagen von gummirter Leinwand hergestellt und außen mit einer Schichte Gummi überkleidet.

Die Präparation der gummirten Leinwand geschieht, indem man auf einem Kalander ein starkes, gleichmäßiges Leinengewebe auf einer Seite mit einer Gummischichte versieht. Unter dem Druck der Kalanderwalzen preßt sich das Kautschuk in die Poren der Leinwand vollständig ein. 3 bis 10 solcher präparirter Gewebe werden mit der gummirten Seite auf einander gelegt und auf dem Kalander auf einander festgewalzt.

Aus diesem so präparirten Gewebe werden der Länge und Breite des Riemens entsprechende Stücke mit einer Schneidemaschine ausgeschnitten und dann unter einer Presse (s. Fig. 12, S. 75) vulcanisirt.

Manchmal umlegt man sie noch mit einer dünnen Kautschukschichte; es hat sich aber gezeigt, daß dies überflüssig ist und nichts zur größeren Haltbarkeit beiträgt.

Die Beschreibung, wie die Vulcanisation der Riemen vorgenommen wird, haben wir bereits früher gegeben und verweisen wir auf das dort Gesagte.

Bezüglich der Qualität der Kautschukriemen im Vergleich zu Lederriemen sei Folgendes gesagt: Letzteren gegenüber haben sie den Vortheil, daß sie

1. sich weniger dehnen;
2. größeren Widerstand gegen Zerreißen besitzen;
3. Unempfindlichkeit gegen Nässe zeigen;
4. geraden Lauf, ohne sich schief zu ziehen, beibehalten;
5. daß sie billiger sind.

Der größte Nachtheil, den sie Lederriemen gegenüber besitzen, ist erstens der, daß sie beim Reißen schwer dauerhaft zu repariren sind, und zweitens, daß sie sich an den Rändern sehr leicht ausfasern und daher nicht gekreuzt laufen dürfen.

Wir geben hier (S. 123) eine Tafel[1]) über die Ausdehnungsfähigkeit von Leder-, Kautschuk-, Guttapercha-Riemen mit und ohne Einlage. Aus der Tafel ergiebt sich, daß Lederriemen wie Kautschukriemen mit Einlagen bei Belastungen bis zu einem Kilogramm per Quadratmillimeter nahezu gleiche Ausdehnung erleiden. Bei Dehnungen von einem Meter um 200 mm waren dagegen bei Lederriemen nur 1,6 kg Belastung per Quadratmillimeter erforderlich, während bei Kautschukriemen im Durchschnitt 2,5 kg nöthig waren. Beide Riemenarten können zum Gebrauch mit einem Gewichte von 1 kg per Quadratmillimeter belastet werden.

Die Kautschukriemen mit Einlagen dehnen sich bei Belastung über 1 kg weniger als die Lederriemen.

Die Kautschukriemen ohne Gewebe und die Guttaperchariemen vertragen keine höhere Belastung als 0,25 kg per Quadratmillimeter.

Bei einer Temperatur von etwa 20° und einer Belastung von 0,35 kg per Quadratmillimeter läßt sich die Guttapercha unbeschränkt ausdehnen.

Der Kautschukriemen bricht bei einer Belastung von 0,4 kg per Quadratmillimeter. Guttaperchariemen können in allen Fällen da gebraucht werden, wo die Treibriemen der Nässe und Kälte, aber nicht der Wärme ausgesetzt sind. Ganz besonders müssen sie vor Sonnenstrahlen geschützt werden.

Gummischuhe.

Wie im Eingange erwähnt, wurde schon von den Eingeborenen Südamerikas das Kautschuk zur Herstellung von Schuhen benutzt. Sie bestrichen hölzerne oder thönerne Schuhformen mit Kautschuksaft und ließen denselben darauf eintrocknen. War das Kautschuk in genügender Dicke aufgetragen, so wurde die Form daraus entfernt. Derartige Gummischuhe hatten, obgleich sie sehr dauerhaft waren, die Nachtheile, daß sie sehr theuer, unschön und durch festes Anliegen an den Fuß unbequem waren.

Goodyear war der erste, der Gummischuhe aus vulcanisirtem Kautschuk herstellte. Aus einem mit Kautschuk überzogenen tricotartigen Gewebe wird über früher hölzerne, jetzt eiserne Leisten der Schuh angefertigt, wobei alle Verbindungen einzig und allein durch Verkleben mit einem Kitt hergestellt werden. Die fertigen Gummischuhe werden mit einem Asphaltlack überstrichen und in einem Luftbade vulcanisirt. Die Operation des Vulcanisirens bedarf der größten Aufmerksamkeit; steigt die Temperatur dabei zu hoch, so wird die Waare brüchig. Durch den Lacküberzug wird das Brennen wesentlich erschwert.

---

1) Encyklopädie Roret.

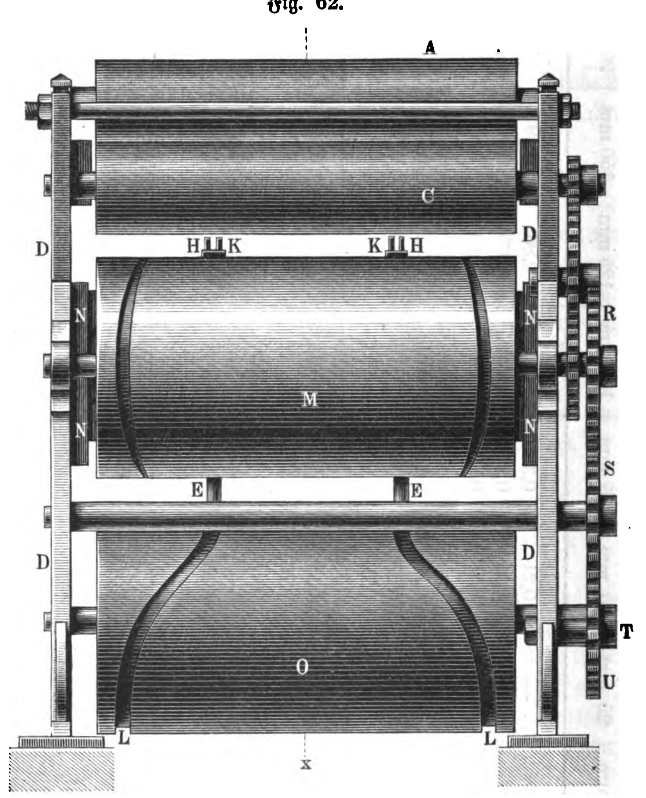
Bezeichnung der Riemen		Belastung in Kilogrammen per Quadratmillimeter, entspr. einer Ausdehnung per Meter von								Bemerkungen resp. Beobachtungen
		20 mm	25 mm	50 mm	75 mm	100 mm	125 mm	150 mm	200 mm	
	0.	—	—	0,21	0,38	0,62	0,86	0,19	1,89	Bruch bei 2,76 kg
	0.	—	—	0,16	0,30	0,45	0,60	0,90	1,50	„ „ 1,49 „
Leder	1.	—	0,29	0,55	0,80	1,15	1,49	1,87	1,60	„ „ 2,09 „
	2.	—	—	—	0,43	0,63	0,84	1,12	1,34	—
Guttapercha	1.	0,16	—	0,26	0,28	0,31	0,32	0,33	0,33	—
	2.	—	—	0,10	0,12	0,16	0,20	0,36	0,36	—
	3.	—	—	0,18	0,20	0,24	0,26	0,35	0,35	—
Kautschuk	1.	0,9	0,12	0,18	0,23	0,30	0,37	—	—	—
	0.	0,6	0,11	0,15	0,20	0,26	0,33	0,40	—	Bruch bei 0,46 kg
	2.	0,8	0,12	0,17	0,22	0,28	0,30	0,40	—	„ „ 0,46 „
Kautschukriemen mit Stoffeinlagen	1.	0,13	0,15	0,27	0,52	0,80	1,07	—	—	„ „ 1,10 „
	2.	—	—	—	—	—	—	1,47	2,23	„ „ 2,33 „
	0.	0,18	0,17	0,34	0,52	0,75	1,00	1,35	2,22	„ „ 2,65 „
	1.	0,10	0,12	0,26	0,44	0,63	0,88	—	—	„ „ 0,952 „
	2.	—	—	—	—	—	0,95	1,25	—	„ „ 1,08 „
	3.	0,6	0,12	0,19	0,31	0,63	0,95	1,39	—	„ „ 1,00 „
	0.	—	—	0,25	0,42	0,71	1,10	1,64	—	„ „ 2,14 „
	0.	—	—	0,30	0,45	0,70	0,05	1,50	3,00	„ „ 3,30 „
	1.	—	0,10	0,25	0,40	0,62	0,92	1,29	—	„ „ 1,48 „
	2.	—	—	0,17	0,30	0,62	1,02	1,66	—	„ „ 2,04 „
	1.	—	—	0,25	0,45	0,78	1,19	1,62	—	„ „ 2,30 „
	2.	—	0,11	0,25	0,41	0,70	1,02	1,47	2,52	—

Waren die Schuhe nicht lange genug einer hinreichend hohen Temperatur ausgesetzt, so zeigen sie noch keine vollkommene Elasticität.

Dies mit Kautschuk überzogene Gewebe wird durch Aufwalzen einer mit Schwefel und Kienruß versetzten Gummimasse hergestellt.

In neuerer Zeit ist die Gummischuhwaarenfabrikation wesentlich verbessert worden. Namentlich hat man die kostspielige Handarbeit durch die billigere Maschinenarbeit zu ersetzen gestrebt. Wir geben in Nachfolgendem die

Fig. 62.



Beschreibung und Zeichnung einer im Deutschen Reiche patentirten [1]) Maschine, mit der das Ausschneiden der bestimmten Schuhtheile aus einer Gummiplatte ermöglicht wird. Diese neue Maschine wird an die Druckwalzen oder, wenn solche nicht angewendet werden, an die Auftragewalzen angebracht.

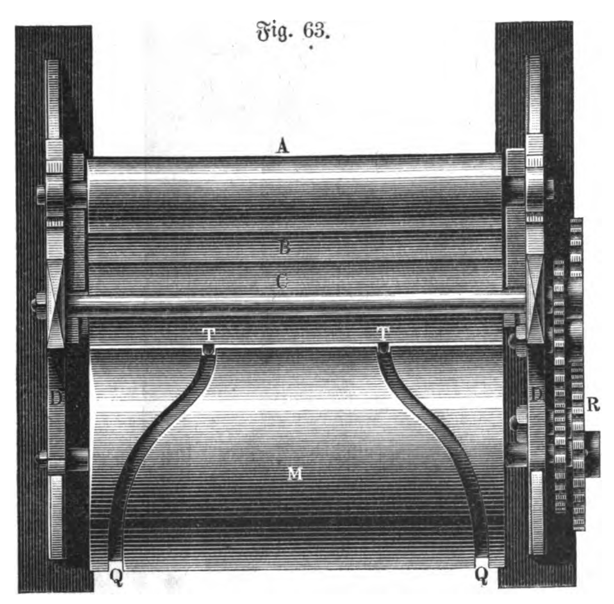
Fig. 62 stellt eine Vorderansicht des Mechanismus mit Druckwalzen *A* und *B* vor; Fig. 63 zeigt den Apparat im Grundriß; Fig. 64 (S. 126) ist eine Seitenansicht desselben und Fig. 65 (S. 127) ist ein Vertikalschnitt nach *xx*

---

[1]) D. R.-P. 3614, Charles Ford, J. Morgan, Slade, Franklin, Baylie, Newyork 1. Juni 1878.

der Fig. 62. Fig. 66 (S. 128) ist eine Hinteransicht der Maschine. *C* ist eine Schneidewalze, welche die Kautschukplatte passirt, wenn sie die Druckwalzen *A* und *B* verläßt. Ihre Umlaufgeschwindigkeit ist gleich der der Kautschukplatte. Diese Walze *C* sowohl als alle anderen Walzen des Mechanismus sind auf Wellen montirt, die mit Lagern in den Endgestellen *DD* versehen sind. Unter der Walze *C* befinden sich zwei verticale Spindeln *EE*, welche in Lagern in den Trägern *FF* in solcher Art und Weise montirt sind, daß sie sich in horizontaler Richtung in einer verticalen Ebene, welche durch die Achse der Welle *C* geht, zurück und vorwärts bewegen und auch auf ihren eigenen Achsen rotiren können. Mit den oberen Enden der genannten Spindeln *EE* sind Hülsen *GG* verbunden, die bis nahe an die Peripherie der Walze *C* reichen; dieselben enthalten kurze Hülsen *HH*, welche die drehbaren Messer *KK* auf horizontalen Stiften tragen. Die Stifte haben ihre Lager in den erwähnten Hülsen *HH*. Die Hülsen *HH*

Fig. 63.



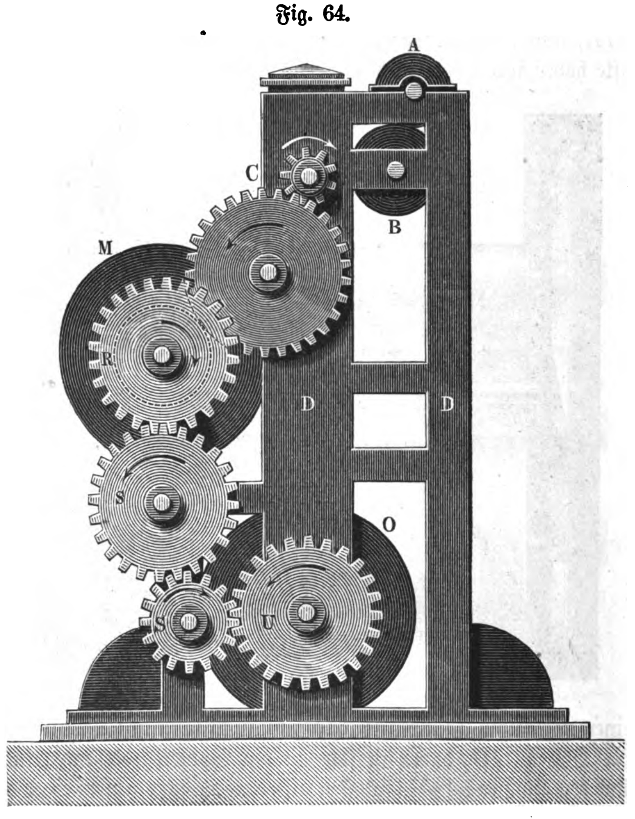
haben einen viereckigen Querschnitt und passen in viereckige Büchsen im oberen Theile der Hülsen *GG*, damit sie sich mit den Spindeln drehen. Unter diesen Hülsen und den Büchsen befinden sich Spiralfedern, die dazu dienen, einen continuirlichen Druck auf die viereckigen Hülsen nach aufwärts auszuüben, wodurch die Masse gegen die Walze *C* oder die darunter liegende Kautschukplatte gepreßt wird.

Die Spindeln *EE* ragen abwärts über die Träger *FF* hervor und ihre Enden sind an den Seiten abgeflacht, um in die curvenartigen Vertiefungen *LL* in der Walze zu passen. Diese Abflachung dient dazu, ein Herumdrehen der Spindel zu verhindern und die rotirenden Messer, welche in einer verticalen Ebene parallel mit der abzuflachenden Seite stehen, zu zwingen, denselben Winkel bezüglich der Achse *E* anzunehmen, unter welchem die abgeflachten Seiten des

Bodens der Spindeln der Achse der Walze O gegenüberstehen. Die Veränderungen der Winkel werden durch die Curve der Vertiefungen LL während des Umlaufs der Walze O hervorgebracht. Die Walze O befindet sich in einem Gestell unter der Walze C und ihre Achse ist in derselben verticalen Ebene und parallel zu ihr.

Die curvenartigen Vertiefungen LL sind in die Oberfläche von O geschnitten und breiten sich rundlich über den ganzen Umfang aus; sie sind so gestaltet, daß sie den von der Kautschukplatte mittels der rotirenden Messer geschnittenen Theilen die gewünschte Form geben, während das Kautschuk der Richtung des Pfeiles (Fig. 65) entlang passirt. Die Geschwindigkeit der Kautschukplatte

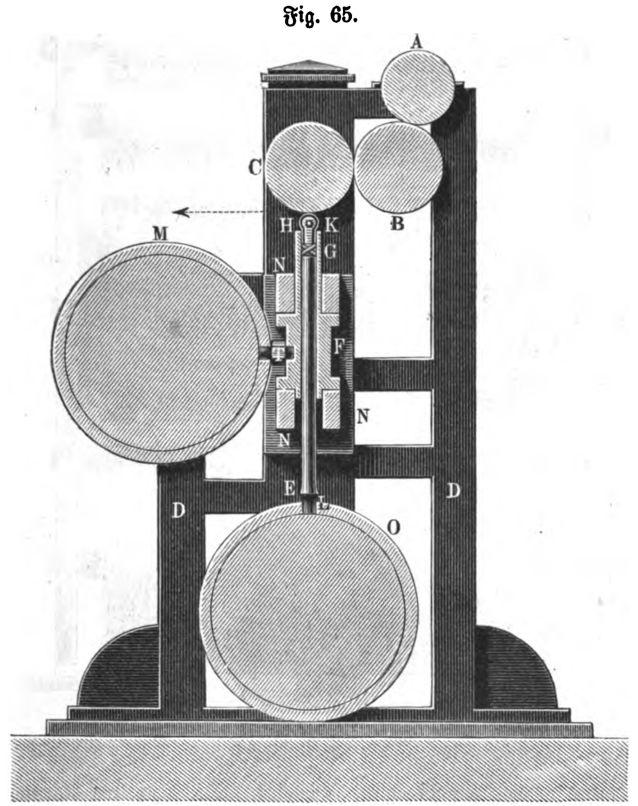
Fig. 64.



und diejenige des Umfangs der Walze soll dieselbe sein, in welchem Falle die auf der Kautschukplatte geschnittenen und über eine dem Umfang der Walze O gleiche Länge sich ausdehnende Linie genau mit der Bahn der Vertiefungen am Unfange der Walze O correspondiren. Die rotirenden Messer KK werden in diesem Falle immer unter dem Winkel schneiden, den die Wände der Vertiefungen am Berührungspunkt zwischen den unteren Enden der Spindeln und der besagten Wände zeigen. Die Träger FF sind so angeordnet, daß sie in

horizontaler Richtung parallel mit den Achsen der Walzen *C* und *O* in Führungen *NN* gleiten. An der Seite jedes Trägers ist gegenüber der Curvenwalze *M* ein Stift *T* befestigt, welcher horizontal in die curvenartigen Vertiefungen *QQ* eingreift, die in der Oberfläche der Walze *M* geschnitten sind, und dieselbe Gestaltung wie die Vertiefungen *LL* in der Walze *O* haben. Die Vertiefungen *QQ* auf der Walze *M* sind jedoch mit den Vertiefungen *LL* auf der Walze *O* mittels Getriebe *RSSU* verbunden, so daß sie den Trägern durch den Stift *T* dieselbe Bewegung geben können, wie sie besagten Trägern durch die Spindeln *EE* und Vertiefungen *LL* mitgetheilt wird. Zweck der

Fig. 65.



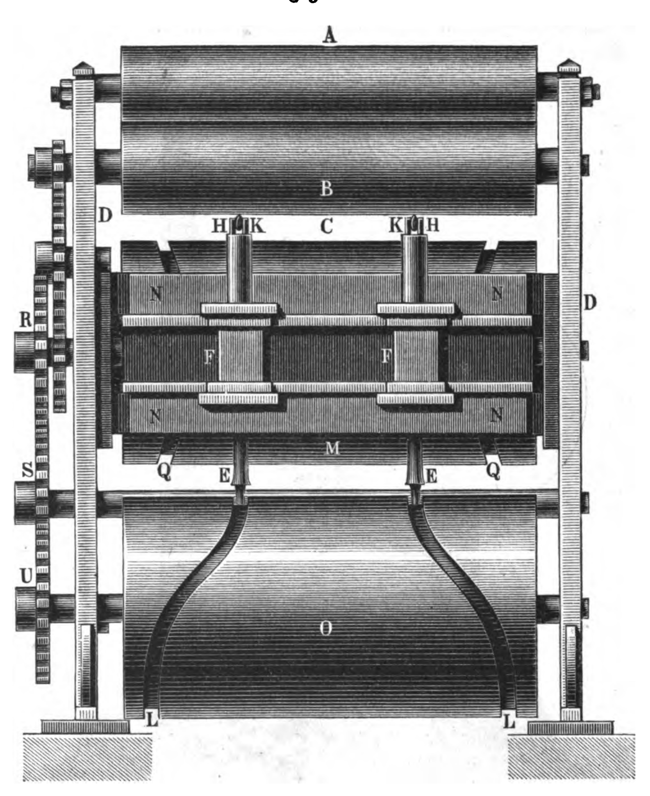
Curvenwalze *M* und ihrer Vertiefungen ist, den Trägern und Spindeln eine bestimmte Bewegung zu geben, den Spindeln theilweise den Antrieb der Träger zu erleichtern und von den Vertiefungen *LL* aus das Geben des richtigen Winkels für die rotirenden Messer abhängig zu machen.

Die Operation ist wie folgt:

Die auf eine der Walzen wirkende Kraft wird der anderen mittels der Getriebe zugeführt und ist es wünschenswerth, daß die Umlaufsgeschwindigkeit aller Walzen dieselbe ist.

Nachdem die Kautschukplatte eine Walze passirt hat (die auf der Zeichnung nicht ersichtlich), zwischen den Druckwalzen *A* und *B* durchgegangen und unter die Walze *C* geleitet worden ist, wird sie durch die rotirenden Messer *KK* getroffen, die sie in irgend eine gewünschte Form schneiden, die von der Form der Curventiefungen der Walzen *M* und *O* abhängt. Die auf diese Art geschnittene Kautschukplatte läuft in continuirlichen Längen, so daß sie die Walzen

Fig. 66.



passirt, wenn sie von der Maschine frei wird. Die doppelten Formen werden dann besonders geschnitten und zu den Artikeln verarbeitet, für die sie bestimmt sind. In gewissen Fällen ist es zweckmäßig, das Kautschuk über die Walze *C* laufen zu lassen und die Messer und Walzen *M* und *O* darüber zu stellen; die vorher besprochene Anordnung ist jedoch die zweckmäßigere.

Die Curven können von beliebiger Gestalt sein, und es können vier Spindeln mit Messern und Curven angewendet werden, um dem Inneren des Theiles, der die obere Seite des Gummischuhes oder anderer Artikel bildet, die Form zu geben. Wenn eine Auftrag- oder Ornamentirungswalze gebraucht wird, so kann die Walze *B* dazu benutzt werden. In diesem Falle sollte Walze *B*

von der Walze *C* in einer genügenden Entfernung stehen, um die Walze *B* zu verhindern, die Kautschukplatte zu stark gegen die Walze *C* zu drücken.

Die von dieser Maschine geschnittenen Theile werden dann von Arbeitern über Leisten zusammengeklebt.

Da die aus Kautschuk angefertigten Schuhe wegen ihrer völligen Undurchdringlichkeit die Ausdünstung des Fußes verhindern, so hat der Gebrauch dieser Gummischuhe in neuerer Zeit sehr abgenommen.

Radirgummi.

Die älteste Verwendung, die das Kautschuk erfuhr, war, wie wir bei der geschichtlichen Darstellung bereits hervorgehoben, die Anwendung zum Auslöschen der Bleistiftstriche. Dieser Anwendung verdankt das Kautschuk auch seinen Namen im Englischen „India rubber“.

Früher verwendete man zum Auslöschen nur das unvulcanisirte in Würfel geschnittene reine Paragummi; seit man die Vulcanisation des Kautschuks kennt, vulcanisirt man das Kautschuk und setzt ihm für bestimmte Zwecke, um ihm eine größere Reibungsfähigkeit zu geben, gemahlenes Glas zu. Derartiges mit Glaspulver versetztes Kautschuk dient nicht allein zum Auslöschen der Bleistiftstriche, sondern auch der Tintenstriche. Der zur Herstellung von Radirgummi dienenden Masse werden circa 60 Proc. Kreide, Schwerspath, Zinkoxyd ꝛc. zugemischt.

Aus dieser Masse werden Platten von 4 bis 7 mm gewalzt, diese bringt man zwischen zwei Zinkplatten, welche mit Gravüren versehen sind, schließt das Ganze in eine Presse und läßt es vulcanisiren. Das Schneiden in kleine Stückchen wird mit einer Schraubenstanze ausgeführt. Bei der Vulcanisation muß auch hier die größte Sorgfalt beachtet werden, damit das Gummi nicht zu hart und dabei doch vollständig gar wird. Im Handel erscheint das Radirgummi in kleinen Plättchen oder in längeren Stangen, die in Holz gefaßt sind.

Das nicht vulcanisirte Kautschuk wird namentlich von Zeichnern verwendet, indem es das Papier nicht angreift.

Kautschukschwämme.

Es war Hancock, der 1846 durch Zusatz von kohlensaurem Ammon oder einer anderen flüchtigen Substanz die Herstellung von porösen Kautschuk- und Guttaperchagegenständen sich patentiren ließ. Später wurden von einer Firma P. W. Kowhill & Co. auf eine bis jetzt noch geheim gehaltene Weise Schwämme hergestellt, die mehr oder weniger feinzellig sind. Doch in neuerer Zeit werden sie in gleicher Feinheit von verschiedenen Fabrikanten geliefert. Die Herstellung geschieht gewöhnlich so, daß man einer Kautschukmasse 2 bis 3 Proc. kohlensaures Ammon, die nöthige Menge Schwefel und eine bestimmte Menge, durch Terpentinöl oder ein anderes Lösungsmittel aufgeweichtes Kautschuk zusetzt. Die Masse wird in einer geschlossenen eisernen Form rasch vulcanisirt. Beim Erhitzen verflüchtet sich das kohlensaure Ammon, sowie ein Theil des

Lösungsmittels. Das kohlensaure Ammon bläht die Masse auf und macht sie porös. Der Zweck des zugesetzten Lösungsmittels ist, die Vulcanisation möglichst zu verzögern, damit die Wirkung des kohlensauren Ammoniaks eine möglichst vollständige ist.

An Haltbarkeit sollen diese Schwämme die gewöhnlichen Badeschwämme übertreffen; da sie jedoch sehr stark riechen, so werden sie weniger in Haushaltungen als an Stelle von Striegel und Kartätsche beim Pferdeputzen verwendet.

Im Ganzen scheint der Consum und die Bedeutung für den Handel noch nicht sehr groß zu sein.

Kautschukstempel.

In neuerer Zeit verwendet man das vulcanisirte Kautschuk auch zur Herstellung von Stempeln.

Eine dünne Kautschukplatte von 2 bis 3 mm Stärke wird auf eine Matrize gelegt, in einer Presse fest zugeschraubt und rasch vulcanisirt. Die Vertiefungen der Matrize treten erhaben auf der Kautschukoberfläche auf. Die Matrize stellt man entweder aus Blei oder Papiermaché her[1]).

Nachtheil der Gummistempel ist, daß mit Oelstempelfarbe nicht gestempelt werden darf, da bei längerem Gebrauch das Oel das Kautschuk angreift und die Schrift zerstört. Den Metallstempeln gegenüber haben sie den Vorzug, daß sie die Schrift deutlicher ausdrücken und keine Vertiefungen auf dem Papier hervorrufen.

Patent-Gummiwaaren.

Man bezeichnet damit im Handel solche Kautschukwaaren, die aus geschnittenen Kautschukplatten ohne Beimischung einer fremden Substanz (außer etwas Farbe) hergestellt und nach der Parkes'schen Methode mit Schwefelchlorür (gelöst in Schwefelkohlenstoff) vulkanisirt sind.

Zur Herstellung der Patentgummiplatten (fine cut sheet; feuille anglaise), wird das geknetete oder gewalzte Kautschuk in einer hydraulischen Presse, wie bereits auf Seite 75 bei der Herstellung von Platten näher beschrieben wurde, zu Blöcken gepreßt und dann mehrere Monate an einem kalten Orte aufbewahrt. Durch das längere Liegen in gepreßtem Zustande wird die Qualität des Kautschuks wesentlich verbessert.

Zum Zerschneiden dieser Blöcke dient eine Maschine, die aus einem horizontal beweglichen Schlitten besteht, auf welchem die Kautschukmasse befestigt wird. Der Schlitten bewegt sich gegen ein Messer mit abwärtsgehender Schneide (ähnlich wie in einer Fournierschneidemühle die Säge gegen den Holzblock) mit einer Geschwindigkeit von 800 Schnitten per Minute. Durch zufließendes Wasser wird das Messer kalt gehalten und das Ankleben des Kautschuks verhindert.

---

[1]) Und zwar so, daß man den Stempel aus den einzelnen Buchstaben in einer Schraubenpresse zusammensetzt und ihn auf Blei oder Papiermaché auspreßt.

Man schneidet auf diese Weise Blätter von 14 verschiedenen Stärken, variirend von 1/3 bis 13 mm.

Nach einer anderen Methode stellt man Patentkautschukplatten in der Weise her, daß man cylindrische Blöcke mit der, bei Herstellung der Kautschukfäden, Seite 85 bis 89 in Fig. 14 bis 18, beschriebenen Maschine in spiralförmige Bänder zerschneidet.

In neuerer Zeit hat man auch Imitationen dieser geschnittenen Patentgummiplatten durch Auswalzen von sorgfältig gereinigtem Paragummi angefertigt.

Durch die Kalanderwalzen wird diesen Platten nicht selten ein streifiges Dessin aufgepreßt, welches mit den Schnittlinien der wirklich geschnittenen Platten einige Aehnlichkeit hat. Man ruft diese Zeichnungen hervor um das Publikum, das gewohnt ist in den Streifen der Patentgummiwaaren eine Garantie für deren Echtheit zu haben, zu täuschen, denn thatsächlich sind die gewalzten Patentgummiplatten von weit geringerer Qualität als die geschnittenen.

Die Verfertigung der Patentgummiwaaren aus diesen Platten ist äußerst einfach; mittels einer Schablone werden aus einer Gummiplatte von passender Stärke geeignete Stücke herausgeschnitten und diese durch Zusammendrücken der Ränder zu einem Gegenstande geformt.

Darauf werden sie in eine Lösung von Schwefelchlorür in Schwefelkohlenstoff getaucht und vulcanisirt.

Man verfertigt auf diese Weise namentlich Sauger, Tabaksbeutel, dünnere Schläuche 2c.

Um gefärbte Kautschukwaaren herzustellen, wird dem Kautschuk beim Kneten grüne, braune, rothe und blaue Farbe zugesetzt.

Die grünen Farben sind fast ganz aus der Mode gekommen und auch dem Schwarz giebt man in neuerer Zeit den Vorzug vor dem Roth.

Nicht selten geschah das Färben mit Kupfersalzen, Zinnober, Mennige, chromsaurem Blei 2c., welche Stoffe als gesundheitsschädlich zu bezeichnen sind, insofern die damit gefärbte Kautschukmasse zur Herstellung von Gegenständen, wie Sauger auf Milchflaschen u. s. w. verwendet wird.

A. Ford ließ sich am 20. October 1870 ein Verfahren zum Färben von Kautschuk, Guttapercha und Harzen mit Anilinfarben patentiren.

Die zu färbenden Artikel werden in eine auf 150° C. erwärmte wässerige Lösung von Anilinfarben eingetaucht. Handelt es sich um das Färben von Kautschuk und Guttapercha, so ist es vortheilhaft, die hieraus gefertigten Gegenstände mehrere Stunden in Wasser zu halten, bevor man dieselben in das Anilinbad bringt. Zuweilen ist es nöthig die zu färbenden Stoffe mit Aether, Benzol oder Methylalkohol einzureiben, damit die Farben gut aufgenommen werden. Die mit Anilinpigmenten gefärbten Artikel sind transparent und besitzen einen schönen seidenartigen Glanz.

Die Fabrikation der geschnittenen Patentplatten war lange Zeit ein Monopol des Erfinders Charles Macintosh.

Seit dem Erlöschen der Patente werden sie auch in anderen englischen Fabriken und in neuerer Zeit in Frankreich und Deutschland hergestellt.

Wasserdichte Gewebe.

Die Herstellung von wasserdichten Geweben durch Ueberstreichen von Stoffen mit Kautschuklösung bildet einen der ältesten Zweige der Kautschukindustrie. Schon 1791 wurde von Samuel Peal ein Patent genommen für die Herstellung wasserdichter Gewebe aller Art durch in Terpentinöl aufgelöstes Kautschuk.

Ch. Macintosh, der gewöhnlich als Erfinder dieser Stoffe betrachtet wird und von welchem dieselben auch den Namen „Macintosh“ erhalten haben, nahm 1823 ebenfalls ein Patent für Herstellung wasserdichter Gewebe mittels in Steinkohlentheeröl aufgelösten Kautschuks.

Solange man es nicht verstand dem Kautschuk durch Vulcanisation die klebrige Oberfläche zu nehmen, wurden die wasserdichten Stoffe nur aus zwei mit Gummilösung bestrichenen und dann durch Zusammenwalzen vereinigten Lagen hergestellt.

Die meisten Stoffe werden jetzt nur auf der einen Seite mit Kautschuk bestrichen. Im Handel nennt man die ersteren aus zwei Lagen gleichartiger, oder verschiedener Zeuge hergestellten Gegenstände (double textures) „Doppelstoffe“ und die single textures, welche nur auf einer Seite, selten auf beiden Seiten mit Kautschukmasse überzogen werden.

Die Herstellung der single textures geschieht auf zwei verschiedene Arten, entweder wird die nur durch warmes Walzen erweichte und mit Schwefel gemengte Kautschukmasse in einer sehr dünnen Schichte auf das Gewebe ausgebreitet und befestigt und sodann im Luftbade vulcanisirt, oder es wird Kautschuk in Benzin gelöst und in Form von Teig mittels einer hierzu construirten Maschine, dem „Spreiter“, auf die Gewebe aufgetragen, dann mit einem Firniß, meistens aus einem Gummilack bestehend, bestrichen und vulcanisirt.

Um zu färben giebt man dem Kautschuk einen Zusatz von Kienruß. Läßt man das Kautschuk in reinem Zustande, so erhält man den Ueberzug mit hellbrauner Farbe. Mischt man Schwefel bei und erwärmt das fertiggestellte Gewebe bis auf die Temperatur, die zur Vulcanisation erforderlich ist, so erscheint der Kautschuküberzug mit der eigenthümlichen grauen Farbe, welche vulcanisirtem Kautschuk eigen ist.

In neuerer Zeit geschieht das Aufwalzen der mit Schwefel gemischten Kautschukmasse durch den „Kalander“. Die Kalanderwalzen werden mittels Dampf so geheizt, daß gleichzeitig mit dem Auftragen der Kautschukmasse auf das Gewebe eine Vulcanisation stattfindet. Man kann also mit einem einzigen Walzenpaar, welches auf die zum Vulcanisiren nothwendige Temperatur erhitzt ist, die Arbeit des Auftragens der Masse und das Vulcanisiren bewirken; doch erfordert die Operation in diesem Falle die größte Vorsicht seitens der Arbeiter, um ein gleichmäßiges, nicht schadhaftes Product zu erhalten.

Weit besser ist es auf einem Kalander die Gummimasse erst gleichmäßig aufzutragen und dann auf einem anderen Walzenpaar das Brennen oder Vulcanisiren zu bewirken.

Statt nicht vulcanisirtes Kautschuk auf das Gewebe aufzutragen, empfahl Johnson dünne Platten von vulcanisirtem Kautschuk erst durch Kochen mit Natronlauge zu entschwefeln, hierauf mit verdünnter Salzsäure die letzten Spuren Alkali zu entfernen, dann mit Wasser zu waschen, und an den so vorbereiteten Platten mittels einer mit Schmirgelpapier überzogenen Walze (welche in der Minute 600 bis 800 Touren macht) die Oberfläche des Kautschuks aufzurauhen.

Die so vorbereitete Kautschukplatte wird mit einer Kautschuklösung bestrichen auf das Gewebe gelegt und beide durch Passirenlassen zwischen zwei Walzen vereinigt.

Die nach diesem Verfahren hergestellten Gewebe mögen wohl guter Qualität sein, sind aber wegen der umständlichen Darstellung zu kostspielig.

Die durch Aufwalzen von Kautschuk hergestellten Stoffe haben den anderen gegenüber den Nachtheil, daß sie schwerer und theurer sind, dagegen den Vortheil, daß sie dauerhafter als jene sind und keinen so unangenehmen Geruch besitzen.

Die meisten kautschukirten Gewebe werden in neuester Zeit durch Auftragen von Kautschuklösung hergestellt.

Die zur Anwendung kommenden Kautschukteigmassen werden meistens durch Auflösen von mit Schwefel innig gemischtem Kautschuk in Benzin hergestellt [1]). Um die Lösung zu beschleunigen und gleichzeitig die Verdampfung des Lösungsmittels zu verhindern, empfiehlt es sich die Lösung in geschlossenen eisernen Cylindern [2]), die durch Dampf erhitzt werden können und mit einer Rührvorrichtung versehen sind, vorzunehmen.

---

[1]) Wir wollen nicht unerwähnt lassen, daß man auch versucht hat, mittels der aus den Gummibäumen ausfließenden Kautschukmilch direct wasserdichte Gewebe herzustellen. Irgend welche praktische Bedeutung hat diese Herstellungsmethode nie erlangt.

Bei dem kostspieligen und umständlichen Transport der leicht der Zersetzung unterworfenen Kautschukmilch bietet dieselbe der durch Lösung in Schwefelkohlenstoff erhaltenen Masse gegenüber keinen nennenswerthen Vortheil.

[2]) Hancock (Muspratt, techn. Chemie Bd. III.) ließ sich zur Beschleunigung der Lösung die Anwendung dampfförmiger Lösungsmittel patentiren. Er füllt die mit seiner patentirten Maschine erhaltenen Kautschukschnitzel in einen eisernen luftdicht verschließbaren Cylinder, in dessen oberen Theil zwei Röhren münden, deren eine mit einer Luftpumpe, die andere mit dem das Lösungsmittel enthaltenden Gefäße in Verbindung steht.

Nachdem der Cylinder gefüllt und der Deckel luftdicht aufgeschraubt ist, wird der Apparat luftleer gepumpt und dann der Dampf des Lösungsmittels einströmen gelassen, wodurch die Lösung sehr rasch von Statten geht.

Nach Brethauer, ebenso nach Heeren, verhalten sich die verschiedenen Handelssorten verschieden gegen Lösungsmittel, namentlich gegen Terpentinöl; er empfiehlt daher, vor seiner Anwendung eine Probe mit einem Theil zu machen und bei der Lösung folgenden Kunstgriff anzuwenden:

Eine möglichst homogene Beschaffenheit des Kautschukteigs ist Haupterforderniß.

Eine Reihe von anderen Lösungsmitteln, wie Terpentin, Schwefelkohlenstoff, Alkohol, Aether, Chlorkohlenstoff, Nitrobenzol ꝛc. sind in Vorschlag gebracht worden; doch wie schon eingangs erwähnt, wird nur das Petroleumbenzin mit Vortheil angewendet.

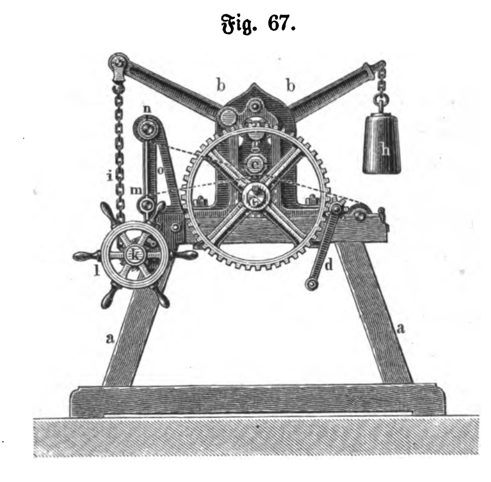
Um das Auftragen der Kautschukmasse auf das Gewebe zu bewirken, bedarf man speciell hierzu construirter Apparate. Wir wollen hier einige der gebräuchlicheren beschreiben.

Maschine zum Streichen luft- und wasserdichter Gewebe.

Die zum Auftragen des Gummiteigs auf Leinen dienende Streichmaschine ist in nachstehender Fig. 67 (Seitenansicht) abgebildet.

Auf einem hölzernen Bock *aa* sind an beiden Seiten eiserne Gerüste *bb* befestigt, zwischen welchen eine Walze *c* von 7 Zoll (21 cm) Durchmesser liegt, die mittels eines Vorgelegs entweder durch die Dampfmaschine der Fabrik oder auch nur mittels einer Kurbel *d* gedreht wird. Ueber derselben ist eine zweite Walze *e* von 4 Zoll (12 cm) Durchmesser festliegend, also nicht drehbar, angebracht, welche aber durch zwei Hebel, die ihre Drehpunkte in *g* haben, und die daran hängenden Gewichte *h* gegen die untere Walze gedrückt wird. Um diesen Druck, je nach der Dicke der aufzutragenden

Fig. 67.



Das zerschnittene Kautschuk wird mit zwei Drittheilen des zur Lösung erforderlichen Terpentinöls übergossen, ruhig stehen gelassen, nach 12 bis 24 Stunden kräftig durchgerührt, der Rest des Terpentinöls zugesetzt, nach abermals 24 Stunden kräftig durchgerührt und dieses dann öfters wiederholt.

Gerard ließ sich die Anwendung gemischter alkoholhaltiger Flüssigkeiten zur Darstellung von Kautschuklösungen zum Ueberziehen von Geweben patentiren; nach ihm geben Terpentinöl, Schwefelkohlenstoff, Benzin, Chloroform, Aether nach Zusatz von 5 bis 50 Proc. Alkohol weit concentrirtere Flüssigkeiten als wenn sie rein angewendet werden.

Je nach dem Grade der Consistenz wird eine verschiedene Menge des Lösungsmittels angewendet, selbst bis zum 30 fachen Gewichte des Kautschuks. Nach 48 stündiger Einwirkung wird bei verhältnißmäßig geringer Menge des Lösungsmittels die aufgequollene Masse tüchtig durchgearbeitet; auch wohl die Einwirkung durch Wärme unterstützt; bei großen Mengen ist dies nicht nothwendig.

Gummischichte vermindern zu können, sind die anderen Enden der Hebel mit Ketten versehen, die sich auf eine Welle *k* winden und mittels des Handrades *l* angezogen werden können. Das Leinen ist auf einer Walze *m* aufgebäumt, die nebst einer zweiten ähnlichen *n* zwischen eisernen Ständern *o* liegt und geht von da zwischen den Streichwalzen hindurch. Der Kautschukteig wird mit Kellen auf das sich langsam fortbewegende Leinen aufgebracht und beim Durchgang durch die Walzen gleichmäßig ausgestrichen, worauf man das Leinen zum Trocknen aufhängt.

Je dünner man die Kautschukschichte auftragen will, desto mehr werden die Ketten *i* gelockert, die Gewichte *h* senken sich dabei und drücken mit größerer Gewalt die obere Walze gegen die untere.

Das mit Kautschuk zu überziehende Gewebe ist auf einer Walze aufgewickelt und wird, nachdem es mit der hinreichend dicken Kautschukschichte versehen und genügend trocken geworden ist, auf eine zweite Walze gerollt und auf dieser vulcanisirt.

Ein anderer Apparat zum Auftragen des Kautschukteigs ist der „Spreiter“ (speader). Derselbe besteht aus einer in einem Eisengestell ruhenden horizontalen Walze, welche am oberen Ende eines eisernen Tisches, dessen Platte hohl ist und mit Dampf geheizt werden kann, befestigt ist.

Ueber der Walze befindet sich ein stumpfes Streichmesser, welches durch Schrauben näher an die Walze gestellt, oder von ihr entfernt werden kann. Zwischen der Walze und dem vorerwähnten Streichmesser wird der gummirte Stoff hindurch gezogen; vor dem Streichmesser wird die Kautschukmasse gleichmäßig von einem Arbeiter mit einem Spatel aufgetragen.

Nachdem die Kautschukmasse aufgetragen ist, passirt der Stoff den geheizten Tisch. Das zum Lösen der Kautschukmasse verwendete Benzin verdunstet dabei und, wenn die Länge des Tisches genügend ist, gelangt das Gewebe am unteren Ende des Tisches trocken an. Die Operation des Auftragens wird so oft wiederholt, bis die Kautschukschichte die gewünschte Stärke hat. Durch Passirenlassen des gummirten Stoffes über den heißen eisernen Tisch wird die Zeit der Herstellung wesentlich verkürzt. Früher ließ man die gummirten Stoffe an der Luft trocknen, was gewöhnlich $1^1/_2$ bis 2 Stunden in Anspruch nahm. Da, um eine neue Schichte auftragen zu können, die vorhergehende vollständig trocken sein muß, so bedurfte man zur Herstellung von etwa 14 Schichten circa 28 Stunden.

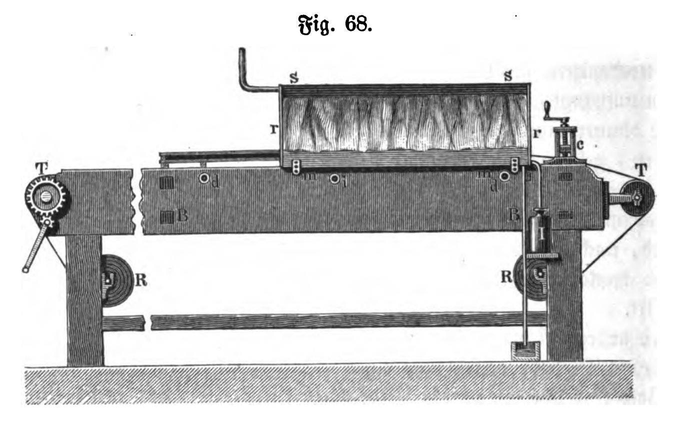
Cuminge und Guibal verwenden folgenden Apparat zum Auftragen der Kautschukmasse.

Fig. 68 (a. f. S.) stellt eine Seitenansicht und Fig. 69 eine Vorderansicht des Apparates dar.

In einer Entfernung von 1 m vom Messer *c*, unter dem Tuche ohne Ende *TT* befindet sich ein Heizkasten *BB* aus Blech, in den durch Röhre *i* Dampf eingeführt werden kann. Ueber dem Tuch ohne Ende und dem Heizkasten ist in einer Länge von ungefähr 3 m der Heizkasten mit einem flachen Dache von Blech überdeckt, dessen First in der Längsrichtung des Kastens liegt und dessen vordere und hintere Oeffnung soweit verschlossen sind, daß nur ein

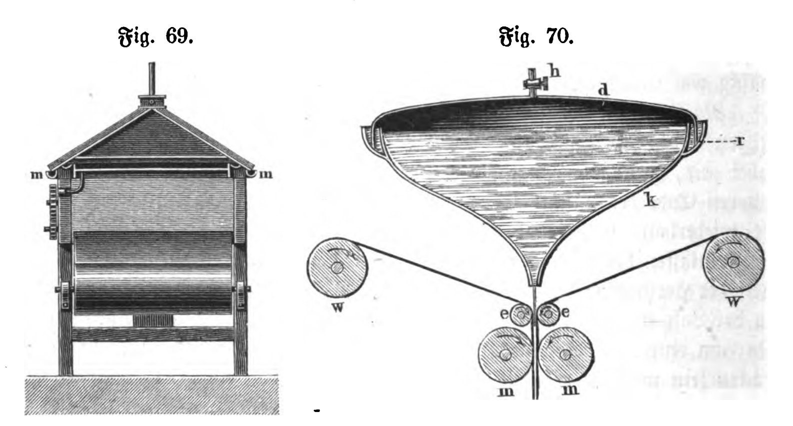
schmaler Schlitz zum Passiren des Gewebes übrig bleibt. Das Dach ist auf beiden Seiten mit einem Tuch bedeckt; über der Firste befindet sich eine durchlöcherte Röhre *SS*, welche fortwährend Wasser zuführt, um das Dach kühl zu halten. Die im Inneren an den Seiten des Daches sich verdichtenden Dämpfe

Fig. 68.



von Benzin sammeln sich in zwei an der Seite befindlichen Rinnen und gelangen von da nach außen in einen Recipienten *I*. Das zur Abkühlung über das

Fig. 69. Fig. 70.



Dach fließende Wasser sammelt sich in den Rinnen *mm* und wird von da abgeleitet.

Das Messer *c* kann je nach der Stärke des Stoffes und der aufzutragenden Kautschukschichte, der unteren Walze genähert oder von ihr entfernt werden.

Der mit Kautschuk überstrichene Stoff bewegt sich in ungefähr sieben Minuten über den circa 5 m langen Heizkasten und wird alsdann auf den dort angebrachten Haspel *RR* gerollt.

Zur Herstellung der double textures mittels Kautschuklösung walzt man entweder zwei auf einer Seite mit Gummilösung bestrichene Gewebe aufein-

ander, oder man gummirt die Stoffe auf einem von Hancock angegebenen Apparat.

Fig. 70 zeigt in schematischer Zeichnung die Einrichtung dieses Apparates. Die beiden Gewebe, welche von der rechten und linken Seite des Apparates von den beiden Walzen *w*, auf denen sie aufgerollt sind, abgezogen werden, laufen zwischen zwei horizontalliegenden Walzen. Genau über der Mitte der beiden Walzen *e*, deren eine verstellbar (d. h. der anderen genähert oder von ihr entfernt werden kann) ist, befindet sich ein Trichter *k* zur Aufnahme des Kautschuks. Um eine Verdunstung des Benzins aus dem Trichter *k* zu verhindern, greift der Deckel desselben in eine Rinne *r*, welche mit Wasser gefüllt ist und dadurch einen Verschluß bildet.

In dem Deckel *d* ist ein Hahn *h* angebracht, welcher erst beim Beginn der Arbeit geöffnet wird und das Eindringen von Luft in das Innere des Kastens gestattet. An der nach unten gekehrten Seite befindet sich eine Schiebervorrichtung, welche einen Spalt des Kastens verschließt und die durch Federn, welche sie zu schließen trachten, nach vorwärts gedrückt wird. Durch eine Schraube, welche in einer der Federkraft entgegenstrebenden Richtung wirkt, kann man den Schieber nach rückwärts ziehen und hierdurch den Spalt nach Belieben breiter oder enger machen oder auch ganz schließen.

Durch Aufrollen auf eine weiter unten angebrachte Trommel wird das Tuch von den Walzen *w* abgezogen, auf den Walzen *e* gummirt und zusammengepreßt und schließlich mittels der durch Dampf geheizten Walzen *mm* das Lösungsmittel verdampft. Zum vollständigen Austrocknen wird dann das Gewebe noch einige Tage aufgehangen.

Folgende wichtige Hauptpunkte müssen noch bei Herstellung der kautschukirten Gewebe berücksichtigt werden.

1. Je dichter das Gewebe ist, desto dünnere Ueberzüge von Kautschuk kann man auf demselben ablagern, weil in diesem Falle dünne Kautschuklösungen ohne durchzuschlagen angewendet werden können;

2. je gröber und undichter ein Gewebe ist, um so dicker muß der zum Gummiren verwendete Kautschukteig sein;

3. je dünner die aufgetragene Kautschukschichte ist, desto weniger brüchig ist das kautschukirte Gewebe.

Es empfiehlt sich daher, die Kautschuklösung möglichst dünn aufzustreichen und das Auftragen 12- bis 14mal zu wiederholen.

4. Das Gewebe muß möglichst gleichmäßig sein.

Ein Nachtheil, den man den wasserdichten Geweben vorwirft ist der, daß sie in der Hitze, besonders wenn sie nicht genügend vulcanisirt sind weich, in der Kälte dagegen steif und hart werden. Durch Vulcanisation kann dieser Uebelstand nur bei Leinen-, Hanf- und Jutegeweben beseitigt werden, da diese ohne Nachtheil die Vulcanisation vertragen können, während Seide und Wolle zu sehr leiden würden.

Einer der größten Uebelstände, welchen die durch Kautschuk luft- und wasserdicht gemachten Kleidungsstücke zeigen, ist der, daß sie die Ausdünstung des Körpers hindern und die darunter liegenden Kleider leicht feucht werden.

Deshalb hat auch in neuerer Zeit die Verwendung solcher Kleidungsstücke bedeutend abgenommen, besonders da man gelernt hat, auf anderem Wege wasserdichte Stoffe herzustellen, die diese Uebelstände nicht zeigen.

Um den eben erwähnten Nachtheil, die Verhinderung der Transpiration zu beseitigen, fertigt Guibal die wasserdichten Kleidungsstücke in der Art, daß er über einen nicht wasserdichten Stoff Streifen von gummirtem Gewebe dachziegelförmig aufnäht; zwischen den einzelnen Schuppen hindurch kann zwar kein Eindringen des Regens, aber ein Austausch von Gasen stattfinden.

Ueber eine nennenswerthe praktische Verwendung dieser Kleidungsstücke ist uns nichts Näheres bekannt; jedenfalls ist die Herstellung ziemlich kostspielig.

Aus den auf diese Weise kautschukirten Stoffen werden Kleidungsstücke als Schutz gegen Regen und Wasser, Taucheranzüge, Zelte, transportable, mit Luft gefüllte Boote, Badewannen, Luftkissen, Matrazen, wasserdichte Einlagen in Kranken- und Kinderbetten und dergleichen Gegenstände hergestellt.

Die Verbindung der Ränder bei Herstellung dieser Gegenstände wird nicht durch Nähen, sondern durch Zusammenkleben bewirkt; es empfiehlt sich dabei an den Stellen, welche zusammengeklebt werden sollen, die Gummiauflage vor dem Bestreichen mit einer Guttapercha- oder Kautschuk-Guttaperchalösung mittels Bimsstein etwas abzureiben und die bestrichenen Theile etwas abtrocknen zu lassen, ehe man sie mit der Handrolle fest aufeinander drückt.

Ein wesentlicher Uebelstand aller mit Kautschuk wasserdicht gemachten Gewebe ist der unangenehme Geruch, der denselben anhaftet.

Er rührt entweder vom Lösungsmittel oder von dem Kautschuk her.

Um möglichst wenig riechende Gewebe herzustellen, empfiehlt es sich, in erster Linie ganz gutes Parakautschuk und sorgfältig gereinigte Lösungsmittel zu verwenden.

Man hat verschiedene Methoden in Vorschlag gebracht, um durch nachträgliche Behandlung der Gewebe den ihnen anhaftenden Geruch zu beseitigen.

Man setzte die Gewebe einige Stunden einer Temperatur, die weit über dem Verflüchtigungspunkte des riechenden Stoffes liegen sollte, aus, um denselben aus dem Gewebe zu verflüchtigen. Die Methode hatte keineswegs den gewünschten Erfolg.

Eine andere Methode, die weit bessere Resultate liefern soll, beruht auf der Behandlung der Gewebe oder Stoffe in geschlossenen Räumen mit gespanntem Wasserdampf. Schon eine hinreichend lange Behandlung in einem mit Dampf gefüllten Raume, in dem eine Atmosphäre-Spannung herrscht, soll ein Geruchloswerden bewirken. Wir bezweifeln, daß durch diese Methode der gewünschte Zweck erreicht wird, verweisen aber im Uebrigen auf das früher bei der Geruchlosmachung der Kautschukartikel Gesagte.

Da in einem späteren Abschnitt dieses Werkes die Herstellung der wasserdichten Gewebe speciell behandelt wird, so übergehen wir hier diejenigen Methoden, die sich auf Verwendung von Kautschukcompositionen zur Herstellung solcher Gewebe gründen.

Kautschukfirnisse und Lösungen.

Das Kautschuk dient für sich, wie auch gemengt mit anderen Stoffen, zur Darstellung von Firnissen, die sich besonders durch ihre Indifferenz gegen chemische Agentien und große Wasserdichtigkeit auszeichnen. Als Zusatz zu anderen Stoffen verhindert es das Sprödewerden.

Um Kautschuklack und Firnisse herzustellen, muß das Kautschuk vorher gelöst werden. Die Herstellung dieser Kautschuklösungen geschieht, wie schon früher erwähnt, in geschlossenen, durch Dampf heizbaren Gefäßen.

Die Lösung des Kautschuks wird beschleunigt, wenn die Masse durch eine Rührvorrichtung mechanisch bewegt wird.

Die Temperatur, bei welcher die Lösung vorgenommen werden muß, richtet sich nach der Natur des angewandten Lösungsmittels. Bei Anwendung von

Schwefelkohlenstoff	geht man nicht über . . .	40° C.
Terpentinöl	„ „ „ „ . . .	100° „
Benzin	„ „ „ „ . . .	60° „

Um eine leichte Auflösung zu erhalten, muß das Kautschuk möglichst trocken sein; bei Schwefelkohlenstoff empfiehlt sich, wie schon früher erwähnt wurde, ein Zusatz von 6 bis 8 Procent rectificirtem Weingeist. Das nach dem Verdunsten des Schwefelkohlenstoffs zurückbleibende Kautschuk besitzt weit weniger Klebrigkeit als das mit Steinkohlenbenzin aufgelöste und empfiehlt sich die Anwendung des letzteren zur Herstellung von Kitt.

Zur Bereitung aller Kautschuklösungen eignet sich besonders das umgearbeitete, gewalzte Kautschuk, indem das natürliche weit weniger erweicht und häufig einige Klumpen hinterläßt, die sich auch selbst bei Ueberschuß von Lösungsmitteln nicht lösen.

Um absolut homogene Lösungen zu erhalten, muß die mit dem Lösungsmittel digerirte Kautschukmasse auf einem Walzenpaar zerquetscht oder geknetet werden. Man bedient sich dazu eines Walzwerkes mit horizontal nebeneinander liegenden, festdrückenden Walzen, welche sich mit ungleicher Geschwindigkeit drehen. Die durchgehende und dabei gewaltsam zerquetschte Masse wird durch zwei gegen die Unterseite der Walze stehende Streichmesser abgestrichen und fällt in einen untergestellten Trog.

Das Kneten auf den Walzen wird so lange fortgesetzt, bis die Klümpchen vollständig zergangen sind. Durch Mischen und Kneten von theilweise gelöstem und theilweise geknetetem Kautschuk kann man Kautschuklösungen von jeder Consistenz darstellen.

Durch entsprechendes Verdünnen der zwischen den Walzen zermahlenen Kautschukmasse mit Aether, Chloroform, Terpentinöl ꝛc. erhält man Flüssigkeiten, welche unmittelbar als Firnisse benutzt werden können. Beim Verdunsten des Lösungsmittels bleibt das Kautschuk als ein farbloses, elastisches Häutchen zurück. Für die Herstellung von feineren Firnissen empfiehlt es sich, die Kautschuklösung durch Baumwolle und Glastrichter zu filtriren.

Bolley ist der Ansicht, daß klare Lösungen nur erhalten werden können, wenn man auf eine vollständige Lösung des Kautschuks verzichtet; er empfiehlt daher, das Kautschuk in Schwefelkohlenstoff aufquellen zu lassen, die Lösung mit Benzol zu versetzen und durch ein Tuch zu filtriren.

Eder und V. Tóth[1]) geben nachstehende Vorschriften um klare Kautschuklösungen, wie solche zu photographischen Zwecken besonders gebraucht werden, herzustellen.

30 g zerschnittenes Kautschuk werden in ein weites Leinwandsäckchen eingebunden und dieses Säckchen wird dann an den Stöpsel einer Flasche, die ein Liter Benzin enthält, derart mittels eines Fadens aufgehangen, daß es an die Oberfläche der Benzinflüssigkeit zu liegen kommt. Hierauf bleibt die Flasche 6 bis 8 Tage ruhig stehen. Während dieser Zeit geht der lösliche Theil des Kautschuks, etwa 40 bis 60 Procent, in das Benzin über, während der Inhalt des Säckchens enorm anschwillt. Diese so erhaltene wasserhelle Lösung, die ziemlich dickflüssig ist und 1,2 bis 1,5 Procent Kautschuk enthält, gießt man dann vorsichtig aus. Der aufgequollene Rückstand hält ungefähr 1/4 bis 1/3 des verwendeten Benzins zurück und kann zur Herstellung eines ordinären Kautschukfirnisses dienen. Weiter wird noch bemerkt, daß sich eine Benzin-Kautschuklösung, die in halbvollen Flaschen aufbewahrt wird, bei Zutritt des Lichtes zersetzt, und zwar indem die dickliche Lösung in einen dünnflüssigen Zustand übergeht. In letzterem Zustande ist die Kautschuklösung für photographische Zwecke nicht mehr verwendbar.

Ludw. Beckers in Spandau[2]) (D. R.-P. 13307) stellt einen Kautschukfirniß dar, den er vornehmlich als Schutzanstrich für Metalle benutzt. Dünn gewalzte Kautschukstreifen werden in den bei der Destillation von Braunkohlen, Torf und anderen, durch fractionirte Destillation erhaltenen Oelen, die bei 250 bis 300° C. übergegangen sind, gelöst. Auf 1 Theil Oel nimmt man 1/4 Theil Kautschuk. Gewöhnlich nach achttägiger Digestion wird die entstandene dicke Masse unter Anwendung eines Rührwerks verdünnt, bis eine klare fadenziehende Flüssigkeit entstanden ist. Wird dieser Firniß mittels eines Flanellappens in möglichst dünner Schichte auf einer Metallfläche aufgetragen, so bildet sich durch langsames Eintrocknen eine Kautschukölhaut, welche den Veränderungen des Metalls bei heftigem Temperaturwechsel willig folgend, angeblich einen absoluten Schutz gegen atmosphärische Einflüsse gewähren soll. Selbst nach jahrelangem Liegen sollen sich keine Sprünge in der Oberhaut, nicht einmal durch das Mikroskop wahrnehmen lassen.

Hartgummi oder hornisirtes Kautschuk. Ebonit.

Goodyear machte 1852 die Entdeckung, daß durch einen größeren Zusatz von Schwefel und längeres Brennen bei höherer Temperatur dieser Masse,

[1]) Photographische Corresp. v. Hornig (Wien).
[2]) Deutsche Industriezeitung 1881, S. 245.



das Kautschuk eine dem Horn oder Fischbein fast gleichkommende Elasticität erhält.

Durch Zusätze von anderen Stoffen, wie Magnesia, Zinkweiß, Kreide 2c. zu der Kautschukmasse gelang es ihm bald eine Masse herzustellen, aus der er Stoffe fertigen konnte, die seither nur aus Horn, Elfenbein, Metall oder Leder sich herstellen ließen.

Die Fabrikation der Hartgummiwaaren nahm seit den fünfziger Jahren einen raschen Aufschwung. Hunderte von Artikeln, Gebrauchs- und Luxusgegenstände, Werkzeuge u. s. w. wurden aus Hartgummi hergestellt.

Gegen Anfang der siebziger Jahre trat eine Reaction ein und die Hartgummiwaaren kamen bei der Mehrheit des Publikums in Mißcredit. Die Ursache dieses Rückgangs der Hartgummiindustrie ist auf folgende Umstände zurückzuführen:

1. die Luxusgegenstände kamen außer Mode;

2. durch den vermehrten Consum hatte das Rohkautschuk einen so hohen Preis erlangt, daß die besseren Hartgummiartikel zu theuer wurden und die Concurrenz mit anderen Stoffen nicht mehr aushalten konnten;

3. war die Qualität des Kautschuks durch allzu großen Zusatz von Beimischungen derart verschlechtert worden, daß die vortheilhafte Verwendung der Hartgummiwaaren dadurch in Frage gestellt war.

Die wichtigsten Punkte bei der Fabrikation der Hartgummiwaaren, namentlich das Vulcanisiren, sind bis auf den heutigen Tag mehr oder weniger als Geheimnisse betrachtet worden. Die darüber in die Oeffentlichkeit gelangten Angaben differiren so weit, daß man mit Bestimmtheit behaupten kann, daß sie mehr oder weniger von der Wirklichkeit abweichen. So giebt z. B. Goodyear in seinem Patente die Temperatur des Brennens zu 120 bis 150° C. an, während Andere dieselbe zu 160 bis 165° C. angeben. Die Zeitdauer des Brennens wird von Einzelnen auf 4 bis 5, von Anderen auf 8 bis 12 Stunden angegeben.

Zu der Herstellung des Hartgummis verwendet man namentlich das ostindische und das von Java kommende Kautschuk. Das Parakautschuk eignet sich weniger wegen seiner eigenthümlichen Beschaffenheit und seines hohen Preises.

Am wenigsten verwendbar ist das afrikanische Kautschuk, da es zu mager ist, wie der technische Ausdruck sagt und brüchige Waare liefert.

Die zum Verarbeiten und Vulcanisiren des Kautschuks erforderlichen Apparate und Maschinen stimmen im Wesentlichen mit den bei der Weichgummiwaarenfabrikation verwendeten überein und können wir auf das dort bereits Gesagte verweisen.

Das Verarbeiten des Kautschuks, Reinigen, Walzen, Mischen mit Schwefel und anderen Zusatzstoffen geschieht in der früher erwähnten Weise.

Das Verhältniß des Schwefels zum Kautschuk variirt je nach den Gegenständen, die man darstellen will. Sollen dieselben eine gewisse Weichheit und Elasticität, etwa wie das Fischbein besitzen, so setzt man weniger Schwefel zu als bei Gegenständen, von denen man große Härte verlangt. Es hat sich heraus-

gestellt, daß man unter einen Zusatz von 20 Procent und über einen solchen von 35 Procent Schwefel nicht gehen soll, um gute Resultate zu erzielen.

Bei einem geringeren Zusatz als 20 Procent Schwefel wird kein Hartgummi erhalten, während bei einem höheren Zusatz als 35 Procent das Product zwar sehr hart wird, aber zu brüchig ist.

Während bei der Weichgummifabrikation das Brennen den Schluß der Fabrikation bildet, geht diese Operation bis auf einige Ausnahmen bei der Hartgummiwaarenherstellung dem Formen der Gegenstände voraus.

Gewöhnlich walzt man die Kautschukmasse zu Platten von verschiedener Stärke aus.

Die so hergestellten Tafeln werden durch Feilen, Sägen, Drehen, Fraisen ꝛc. ganz wie Fischbein, Horn, Holz u. s. w. bearbeitet und die gewünschten Gegenstände daraus hergestellt.

Zum Zwecke der Anfertigung einzelner Gegenstände preßt man die weiche Masse in einzelne Formen und vulcanisirt sie darin.

Um zu verhindern, daß sich Luftblasen zwischen Teig und Formwand bilden, die meistens ein Schadhaftwerden der Waare bewirken, preßt T. Engel in Hamburg (D. R.-P. 14 419) Gummiteig in eine Form, die mit einer Flüssigkeit, welche sich mit Gummi verbindet, gefüllt ist. Die Ausführung geschieht in folgender Weise. Die Form wird mit Leinöl oder einer anderen geeigneten Flüssigkeit gefüllt und dann der Teig entweder von der Mitte oder einer Seite in die Form eingepreßt. Der Kautschukteig verdrängt allmälig die Flüssigkeit aus der Form. Engel will auf diese Weise einen vollkommenen Ausschluß der Luft zwischen Form und Teig bewirken. Die etwa zurückbleibenden Flüssigkeitstheilchen werden von dem Teig absorbirt und schaden nicht, vorausgesetzt, daß die Menge derselben nicht erheblich ist.

Werden die Hartgummiartikel aus einer breiigen Masse in Formen dargestellt und darin vulcanisirt, so zeigt sich der Uebelstand, daß das Kautschuk und die zu Formen verwendeten Metalle, wie Messing und Zinn, verschiedene Ausdehnungscoefficienten haben. In Folge dessen tritt während des Brennens oder beim Erkalten der Kautschukartikel ein Schadhaftwerden durch Entstehung von Rissen und Brüchen ein. Je größer nun die einzelnen Gegenstände sind, desto größer ist die Gefahr des Schadhaftwerdens. Man kann deshalb in Formen auch nur Artikel von geringer Dicke, oder hohle Gegenstände, sowie solche, die keine besonders glatte Oberfläche zu haben brauchen, vulcanisiren, weil die in Formen vulkanisirten (dickeren) Gegenstände auf der Oberfläche Erhöhungen oder Vertiefungen und Ungleichheiten zeigen. Man hat diesem Uebelstande dadurch abzuhelfen gesucht, daß man die Gegenstände vorher in Zinkfolie einwickelte und dann in Formen vulcanisirte. Obgleich dadurch der eben erwähnte Uebelstand vermieden wird, so zeigen sich doch immer noch Unebenheiten, die, um die betreffenden Gegenstände verkäuflicher zu machen, eine Nachhülfe mit der Feile, dem Hobel ꝛc. erfordern.

Die aus den Formen kommenden Hartgummiwaaren werden polirt. Das Poliren erfordert viele Arbeit, so daß die Preise der Gegenstände dadurch wesent-

lich vertheuert werden. Façonnirte Gegenstände können nicht leicht polirt werden.

Um diesen Uebelständen abzuhelfen, verfährt Cowper beim Herstellen der Hartgummiwaaren in Formen folgendermaßen:

Man bringt die zu brennenden Gegenstände in die Zink- und Messingformen und erhitzt sie im Dampf- oder heißen Luftstrom 1/2 bis 3 Stunden. Die Höhe der Temperatur und Zeit der Einwirkung variirt je nach dem Mischungsverhältniß von Schwefel und Kautschuk.

Für ein Mischungsverhältniß von 500 g Schwefel und 1 kg Kautschuk giebt Cowper die Zeit des ersten Brennens auf eine Stunde und die Temperatur auf 148° C. an.

Ist das Verhältniß von Schwefel zu Kautschuk geringer, so wird die Dauer des Brennens verlängert. Uebersteigt die Temperatur 148° C., so wird die Zeit des Erhitzens verkürzt.

Nach dem Erhitzen läßt man die Formen verkühlen und nimmt dann die Gegenstände, welche sich jetzt noch in einem nicht vollständig gehärteten Zustande befinden, heraus. Alle Blasen, Vertiefungen und kleinen Unebenheiten auf der Oberfläche werden zuerst mit einer Kautschuklösung befeuchtet und dann mit der ursprünglichen Masse ausgebessert; hierauf die Gegenstände wieder in die Formen mittels Schrauben festgepreßt und dann von Neuem 1/2 bis 3 Stunden bei geeigneter Temperatur gebrannt. Bei dem Brennen in einem Dampfbade trägt man Sorge, daß die Formen gut schließen, damit kein Wasser in dieselben gelangen kann. Nach dem zweiten Erhitzen sind die Kautschukartikel noch nicht vollständig gehärtet; man nimmt sie aus den Formen; diejenigen, welche schadhafte Stellen zeigen, werden nochmals ausgebessert und wie oben beschrieben behandelt. Die fehlerfreien bringt man ohne Formen in einen hermetisch geschlossenen Kasten und erhitzt sie so lange, bis sie vollständig gebrannt sind, was gewöhnlich noch 6 bis 8 Stunden in Anspruch nimmt. Die Façon dieser Gegenstände soll alsdann, obgleich etwas kleiner, ziemlich gut erhalten bleiben. Bei einiger Uebung brauchen kleinere Gegenstände nur ein einmaliges Erhitzen durchzumachen, während andere je nach der Größe und der Form zweimaliges Erhitzen bedürfen.

Um Gegenstände herzustellen, die eine besonders glatte Oberfläche haben müssen oder mit feinen Zeichnungen versehen werden sollen, verfährt Cowper in folgender Weise. Er bedient sich zweier Formen; in der ersten wird die Kautschukmasse theilweise gebrannt und in der vorher beschriebenen Weise mit Kautschuklösung und Kautschukmasse ausgebessert.

Hat die Kautschukmasse 3/4 des gewünschten Härtegrades erlangt, so bringt man sie in die zweite Form, die die feineren Verzierungen gravirt enthält, preßt sie gehörig zusammen und erhitzt sie, bis sie hinreichend gar gebrannt ist.

Heinrich Otto und Max Traun[1]) vulcanisiren die Hartgummigegenstände in Glasformen, deren Oberfläche geätzt und geschliffen ist. Die in diesen Formen vulcanisirten Gegenstände, flache sowohl als façonnirte, sollen nach dem

[1]) D. R.-P. 7622 v. 30. Oct. 1878.

Vulcanisiren hochfeine Politur und flache Gegenstände eine vollkommen ebene Fläche ohne Extraarbeit erhalten.

Bei Ausführung des Verfahrens wird die zum Vulcanisiren bestimmte Hartgummimasse statt in den seither gebräuchlichen Formen in Glasformen erhitzt.

Die auf Spiegelglas vulcanisirten Hartgummiplatten haben den Glanz und die glatte Fläche des geschliffenen Glases; sie kommen aus dem Vulcanisationsapparat mit einer tief schwarzen Politur, wie sie durch kein Polirmittel erreicht wird.

Dasselbe ist der Fall mit in geschlossenen Formen vulcanisirten façonnirten Gegenständen. Mattgeschliffenes Glas liefert ebene und mit einem feinen Matt versehene Gummiplatten.

Glasformen oder Platten mit eingeätzten, geschliffenen oder sonstwie hergestellten Ornamenten und sonstigen Verzierungen liefern analoge, keiner weiteren Bearbeitung und Politur bedürfende Hartgummifabrikate.

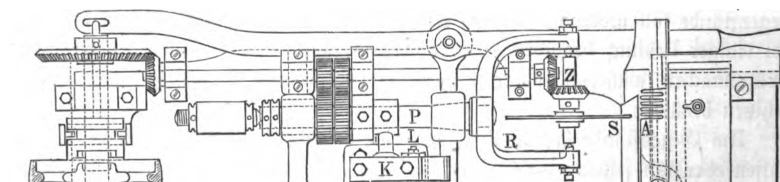
Die Gegenstände, die aus vulcanisirten Platten mit Säge, Drehbank, Feile, Meißel ꝛc. fabricirt werden, sind am zahlreichsten. Man verfertigt auf diese Weise enge und weite Kämme, Gestelle für Regenschirme, Stiele für Messer und Gabeln, Federhalter, Brillengestelle, Blanchets für Corsetten, Schuhanzieher, Armbänder, Knöpfe, Winkelmaße, Papiermesser ꝛc.

Alle diese Artikel werden erhalten durch Ausschneiden geeigneter Stücke aus einer Platte von vulcanisirtem Hartgummi mittels einer Säge.

Zum Schneiden und Vollenden von Kämmen und Zähnen wird in der Newyork-Hamburger Gummiwaarenfabrik in Hamburg die in Fig. 71 dargestellte Maschine verwendet. (D. R.-P. 14401 vom 30. Juli 1880.)

Die Säge, bezugsweise Polirscheibe *S* der Maschine wird mittels der Kegelräder *Z* in Umdrehung versetzt, während gleichzeitig der die Säge tragende

Fig. 71.



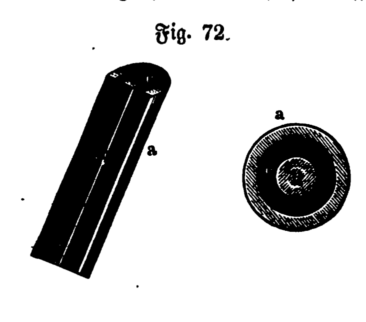
Halter *R* eine hin- und herschwingende Bewegung erhält. Zu diesem Zwecke ist an der Achse *P* ein Seitenarm *L* befestigt, welcher durch ein Kugelgelenk mit der Stange *K* verbunden ist, die ihrerseits durch eine Kurbelvorrichtung *J* eine auf- und abgerichtete Bewegung erhält. Durch diese Vorrichtung wird erreicht, daß bei der Herstellung der Zahnlücken im Kamm *A* durch die Kreissäge gleichzeitig die Zähne auch abgerundet werden.



Im Zusatzpatent Nr. 14698 vom 30. September 1880 ab wird eine Anordnung dieser Maschine behandelt, bei welcher die Säge fest gelagert ist und nur rotirt, während der Kamm in einem schwingenden Rahmen eingespannt ist.

Je nach der Form der herzustellenden Gegenstände werden diese Stücke dann entweder ausgehohlt oder gespalten, um ihnen die gewünschte Form zu geben. Schließlich werden sie mit einer Mischung von Bimssteinpulver und Talk, die zu einem Klumpen vereinigt sind, auf einer Drehbank ähnlich wie Schildkrot polirt. Gerade und platte Sachen sind am leichtesten zu fabriciren, während Gegenstände wie Papiermesser, Kämme u. s. w., die nach den Rändern zu verjüngt sind, schwer herzustellen sind, da ihnen die gewünschte Form durch Hobeln, Feilen oder Reiben auf einem Schieferstein gegeben werden muß. Solche Kautschukwaaren, welche ein- oder mehrere Male gebogen werden müssen, wie Brillengestelle, Schuhzieher, Corsettstäbe 2c., werden zuerst aus Platten geschnitten, dann in einem Ofen oder in heißem Wasser, bis sie hinreichend erweicht sind, erhitzt, gebogen, und Stellen, die mit einander verbunden werden sollen, durch Pressen in einer Form vereinigt. Nach dem Erkalten behält das Hartgummi die ihm gegebene Form bei.

Fig. 72.



Auf die letzte Art und Weise verfertigt man auch Tabaksdosen, Etuis, Fernrohre, Kästchen 2c.

Die Herstellung der glatten Verbindungsstellen wird in folgender Weise erreicht. Die zu verbindenden Gegenstände werden in eine Form gebracht, die aus zwei Theilen besteht, in deren Zwischenraum der Gegenstand gebracht wird.

Wir geben in Fig. 72 eine Skizze, wie eine derartige Form, z. B. für Röhren, beschaffen ist. Der äußere Mantel *a* besteht aus zwei Theilen, die mit Schrauben verbunden werden. *b* ist der innere Kern, *c* der Kautschukgegenstand.

Die Röhre wird zuerst gebogen, die mit Kautschuk- oder Guttaperchalösung befeuchteten Schnittflächen durch Zusammendrücken mit einander in Berührung gebracht und feines Kautschukpulver (erhalten durch Mahlen von Hartgummi) auf die Löthstelle aufgestreut. Alsdann wird die Form bei gleichzeitigem Erhitzen stark zusammengepreßt. Unter der Einwirkung von Hitze und Druck tritt eine Vereinigung der Schnittflächen ein, wobei das pulverisirte Kautschuk gleichzeitig die Rolle des „Loths“ spielt. Nach dem Herausnehmen aus der Form hat der Gegenstand ein vollständig glattes Aussehen.

Wird das Hartgummi erhitzt, so erweicht es leicht und können alsdann in diesem erweichten Zustande Zeichnungen durch Pressen auf dem Kautschuk hervorgerufen werden.

Die so hergestellten Zeichnungen sind von großer Feinheit, man hat daher vorgeschlagen, das Kautschuk an Stelle der gravirten Kupferwalzen in der Zeugdruckerei zu verwenden.

Bei manchen Hartgummiartikeln, namentlich bei solchen, die für chirurgische Zwecke Anwendung finden, ist es häufig Erforderniß, daß diese Gegenstände eine plastische Zwischenlage von Weichgummi haben. Früher wurden dieselben in der Weise dargestellt, daß man die aus Hart- und Weichgummi bestehenden Theile durch Zusammenschrauben befestigte.

Heinr. Otto und Max Traun[1]) ließen sich in neuerer Zeit zur Herstellung solcher Artikel folgendes Verfahren patentiren.

Die Erfinder bedienen sich zur Herstellung solcher Gegenstände speciell zu diesem Zweck präparirter Weich- und Hartgummimischungen, deren jede während der Vulcanisation ihre charakteristische Eigenschaft behält und die sich mit einander innig verbinden. Die Weichgummimasse behält in diesem Falle ihre weichen plastischen Eigenschaften, während die Hartgummimasse die bekannten Eigenschaften des Hartgummis erhält.

Zu der Erreichung dieses Zweckes kann man sich aller Hart- und Weichgummimischungen bedienen; man muß nur bei Benutzung verschiedener Mischungen auf ihr verschiedenes Verhalten bei der Vulcanisation Rücksicht nehmen.

Da Hartgummimischungen in der Regel behufs ihrer Vulcanisirung längere Zeit einer höheren Temperatur ausgesetzt werden müssen als Weichgummimischungen, so muß man Sorge tragen, wenn man beide Mischungen durch einen Vulcanisationsproceß so vereinigen will, daß sie ihre eigenthümlichen Eigenschaften beibehalten, daß die Hartgummimischung möglichst rasch erhärtet und die Weichgummimischung trotz längerem Aussetzen der Hitze weich und plastisch bleibt. Man erreicht dies am besten wenn man für die Weichgummimasse wenig (etwa 5 bis 15 Procent Schwefel oder Schwefelmetall) Vulcanisationsmaterial zusetzt und sich einer schwer zu vulcanisirenden Kautschukart bedient. Die Erfinder benutzen brasilianisches, westafrikanisches Kautschuk, sowie Guttapercha zur Herstellung ihrer Weichgummimassen, da die erwähnten Kautschukarten bekanntlich weniger leicht erhärten und weniger Vulcanisation bedürfen als die anderen.

Für die Herstellung der Hartgummimassen verwenden sie hauptsächlich ostindisches und von Java kommendes Kautschuk.

Die auf diese Weise hergestellten Weich- und Hartgummimischungen werden durch Pressen oder Walzen in die gewünschte Form gebracht; die Weich- und Hartgummitheile sorgfältig durch Druck oder bekannte Lösungsmittel an einander gefügt.

Die nach dem obigen Verfahren hergestellten Gegenstände, welche theils aus Weich-, theils aus Hartgummi bestehen, werden behufs Vulcanisirens einer möglichst niedrigen Temperatur ausgesetzt. Je nach der Art und der Dimension der Gegenstände bemißt sich die Dauer und Stärke der Erhitzung. Um die Weichgummitheile zu schonen thut man wohl, nicht viel über den Schmelzpunkt des Schwefels, also etwa 120° C., hinaus zu gehen und lieber durch die Dauer der Erhitzung den gewünschten Härtegrad der Hartgummimasse herbeizuführen. Man kann aber auch, wie bekannt, durch allerlei Auffüllmaterial, durch Zusatz von Oelen einerseits und festen Körpern andererseits, den Aggregatzustand und damit

---

[1]) D. R.-P. Nro. 16631 v. 3. Nov. 1880.

die Vulcanisationsmethode beeinflussen, wenn auch meistens zum Nachtheile der Qualität. Doch sind auch diese Methoden bei dem Verfahren der Erfinder anwendbar, wie man denn auch den Vulcanisationsproceß in mehrere Zeitabschnitte trennen und die einzelnen Theile alle wieder die einzelnen Phasen der Vulcanisation durchmachen lassen kann.

Für die Herstellung von Medaillen, Abdrücken von natürlichen Objecten, hat Gérard folgendes Verfahren angegeben. Die zu reproducirenden Gegenstände werden in Gyps ausgegossen; die erhaltene Gypsform wird sorgfältig getrocknet und dann mit etwas Oel oder Seife ausgerieben, um die Adhärenz zwischen Kautschuk und Gyps zu vermindern. In die so hergerichtete Form wird Kautschuklösung, die mit der erforderlichen Menge Schwefel, event. auch mit dem gewünschten Färbmittel versehen ist, in dünner Schichte gegossen.

Sobald diese erste Schichte durch Verdampfen des Schwefelkohlenstoffs trocken geworden ist, gießt man von Neuem Kautschukmasse in die Form. Man fährt in dieser Weise mit dem Zusetzen der Kautschuklösung fort, bis man eine hinreichend dicke Schichte Kautschuk in der Gypsform erhalten hat. Die Form mit der Kautschukmasse wird alsdann in einem Vulcanisirkessel 8 bis 10 Stunden erhitzt, bis sie den nöthigen Härtegrad erlangt hat. Alsdann wird der Kautschukgegenstand durch Waschen von dem Gyps befreit.

Eine zweckmäßige Verwendung hat das Kautschuk wie auch die Guttapercha in der Zahnheilkunde zum Plombiren der Zähne gefunden. Aber nicht allein zum Plombiren und zur Herstellung von künstlichen Zähnen, sondern auch zum Ersatz für Knochentheile, die durch eine Operation entfernt worden sind, wird es in neuerer Zeit mit Vortheil angewandt.

Zwei Eigenschaften machen das Kautschuk besonders zu diesen Zwecken verwendbar; erstens die Fähigkeit, sich in der Kälte durch Kneten die gewünschte Form geben zu lassen, zweitens seine vollständige Indifferenz gegen äußere Einwirkungen.

Das von den Zahnärzten verwendete Kautschuk wird durch Zinnober meistens roth gefärbt. Nach Mittheilungen von Dr. W. Evans besteht eine häufig von Zahnärzten angewandte Hartgummicomposition aus 44 Thln. Kautschuk, 23 Thln. Schwefel und 23 Thln. Zinnober. Um Mischungen herzustellen, die nicht zu roth aussehen sollen, vermindert man die Quantität Zinnober.

Für Zahnärzte und Zahntechniker, die oft eine kleinere Kautschukmasse vulcanisiren müssen, sind ebenfalls passende Vulcanisationsapparate construirt worden.

J. Brand[1]) ließ sich folgenden Apparat patentiren, der in Fig. 73 abgebildet ist.

Kessel *A* ist der Dampfentwickler; der Kessel *B* ist der Vulcanisirkessel, welcher eine doppelte Wandung besitzt und zur Aufnahme der zu vulcanisirenden Gebisse dient. Der Kessel *A* ist mit einem Wasserstandszeiger *C* und einem Wasserfülltrichter *D* versehen. Der Dampf, welcher in dem Kessel *A* ent-

1) D. R.-P. Nr. 595. Zusatzpatent Nr. 4117.

wickelt wird, tritt durch das Rohr *E* in die Umhüllungswandung des Kessels *B*. Auf diesem Wege wird er gezwungen, alle vom Feuer berührten Flächen zu bestreichen, um schließlich in dem Mantel des Kessels *B* überhitzt zu werden. Eine höhere Spannung kann sich hier nicht entwickeln, weil der Kegel des Sicherheitsventils *F* durchbohrt ist und der verbrauchte Dampf somit in die freie Luft entweichen kann. Die Belastung des Sicherheitsventils ist so bemessen, daß der Dampf eine höhere Spannung als circa eine Atmosphäre nicht erreichen kann. Zur Controle der Temperatur ist der Apparat mit einem Thermometer *G* versehen.

Kautschuk und Schwefel allein liefern unbedingt das beste Product; doch werden dieselben nur selten allein, sondern meistens gemischt zur Herstellung der Kautschukwaaren verwendet. Der Zusatz dieser Beimischungen geschieht entweder in der Absicht, die Härte des Products zu erhöhen oder um die Masse zu vermehren.

Zu den Beimischungen, die nur die Härte und die Elasticität vermehren, gehören:

Guttapercha, Coorongit, Ballata, Kolophonium (bis zu einem gewissen Grade) ꝛc., während zahlreiche andere Stoffe, wie Kreide, Gyps, gebrannte Magnesia, Asphalt, Steinkohlenpech u. s. w. nur zur Vermehrung der Masse, meistens aber zur Verschlechterung der Qualität beitragen. Die Magnesia hat, mehr als alle anderen mineralischen Beimischungen, die Eigenschaft, das Kautschuk hart zu machen.

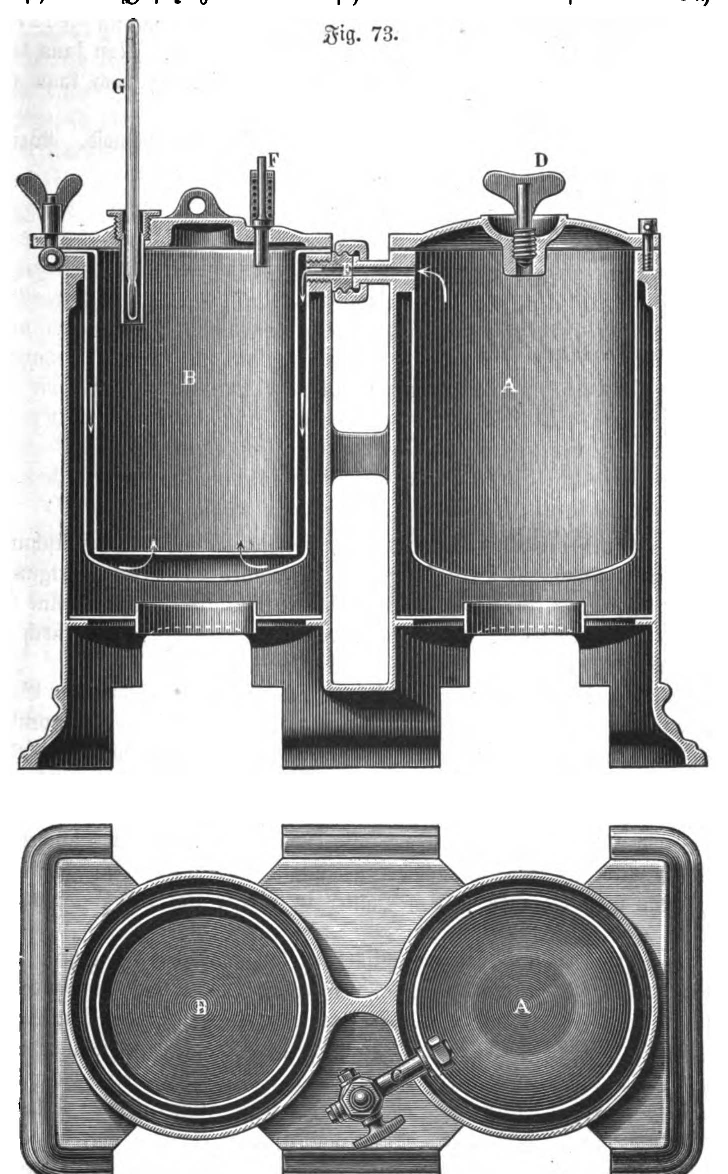
Die Menge pulverförmiger Substanzen, die sich durch Walzen dem Kautschuk, ohne daß es seine Brauchbarkeit zu manchen Zwecken verliert, incorporiren lassen, beträgt über 80 Proc.

Wir geben hier aus den englischen Patentberichten eine Zusammenstellung der Beimischungen zum Kautschuk, welche man vorgeschlagen hat.

Ballata.	Leim.	Chromoxyd.
Ozokerit.	Collodium.	Eisenoxyd.
Erdharz.	Caseïn.	Kupferoxyd.
Guttapercha.	Tang.	Schmirgel.
Schellack.	Lederabfälle.	Wienerkalk.
Mastix.	Stärke.	Kohlensaures Blei.
Gummiarabicum.	Firniß.	Bleioxyd.
Paraffin.	Rüböl.	Mennige.
Stearin.		Kohlensaurer Kalk.
Seife.	Asphalt.	Kalk.
Talg.	Kohle.	Schwefelsaurer Kalk.
	Kienruß.	Kohlensaure Magnesia.
Asbest.	Kohlentheer.	Schwefelsaure „
Eiweißsubstanzen.	Coaks.	Kieselsaure „
Fibrin.	Graphit.	Zinksalze, Zinkoxyd.
Gelatine.	Thonerde.	Wolframsalze.

In neuerer Zeit ließ sich H. Gerner in Newyork die Verwendung von Kampher als Zusatz zu dem Kautschuk vor dem Vulcanisiren mit Schwefel

Fig. 73.



patentiren (D. R.-P. 10 450). Der Kampher wird vorher in Alkohol, Naphta 2c. gelöst und dann mit dem Schwefel gemischt. Beim Erhitzen der Masse verflüchtigen

sich die Lösungsmittel und es bleibt nur ein Gemisch von Kampher und Schwefel in einem pulverförmigen Zustande zurück, in welchem es mit dem Kautschuk in Roll- und Knetmaschinen verbunden wird. Diese Masse wird sodann bei 127 bis 160° C. vulcanisirt und liefert ein sehr dauerhaftes Product. Man kann letzteres durch Beimischung von Metalloxyden verschieden färben; auch kann man es in einem Alkohol-, Säure- oder Chlorbade bleichen.

Gerner giebt seinen Kautschukmassen den Namen Heveenoid. Weiches Heveenoid besteht aus:

2 Theilen Gummi,
2 „ Kampher,
1/16 Theil Kalk,
1/2 „ Schwefel.

Hartes Heveenoid enthält:

3 Theile Gummi,
2 „ Kampher,
1/2 Theil Glycerin,
8 Theile Schwefel.

Es liegt außerhalb des Bereichs dieses Buches, die zahlreichen Mischungsverhältnisse, die man zur Herstellung einer bestimmten Classe von Hartgummiwaaren in Vorschlag gebracht hat, hier näher aufzuführen. Nur einzelne Verfahren, die von den seither beschriebenen wesentlich abweichen, sollen noch kurz erwähnt werden.

Hurtzig ließ sich folgendes Verfahren patentiren. Kautschuk oder Guttapercha wird in verschlossenen Gefäßen in Chloroform, Benzin oder Terpentinöl aufgelöst. Nach dem Auflösen des Kautschuks oder der Guttapercha wird so lange Chlorgas in die Masse geleitet, bis dieselbe ganz hellgelb geworden ist. Durch Zusatz von Weingeist unter Umrühren wird das Kautschuk oder die Guttapercha als eine feste entfärbte Masse ausgeschieden. Durch Waschen mit Weingeist wird sie noch vollständiger gereinigt. Ein gleiches Resultat erhält man, wenn man die ausgewalzten Blätter in Wasser legt und Chlorgas einleitet.

Bei letzterer Methode soll die Entfärbung langsamer vor sich gehen. Nach unserer Ansicht ist die ersterwähnte Bleichmethode wegen des Aufwandes an Weingeist entschieden zu kostspielig. Die entfärbte Kautschuk- oder Guttaperchamasse läßt Hurtzig[1]) in Chloroform aufquellen und setzt — je nachdem er ein helleres oder dunkleres, leichteres oder schwereres Präparat erhalten will — dieser aufgequollenen Masse mehr oder weniger Kalk, Austernschalen, Marmor, Schwerspath, Thon, metallische Oxyde, schwefelsaures Bleioxyd oder dergleichen zu, knetet sie gehörig und preßt sie in Blöcken oder Tafeln, oder preßt direct in Formen Messer- und Stockgriffe, Billardkugeln, Klaviertasten &c. Nach dem

[1]) Bayerisch. Kunst- und Gewerbeblatt 1865, S. 273.

Trocknen läßt sich die Masse wie Elfenbein verwenden und leicht sägen, schneiden, drehen und poliren.

Hurtzig's Verfahren unterscheidet sich von dem gewöhnlichen Verfahren der Hartgummifabrikation dadurch, daß kein Schwefel zugesetzt und die Masse nicht vulcanisirt zu werden braucht. Das Chlorgas scheint hier die Rolle des Schwefels übernommen zu haben, indem es das Kautschuk schon in der Kälte beim Trocknen in eine harte Masse verwandelt.

Frank Marquart in Raabe, New Yersey, ließ sich im Januar 1866 folgendes Verfahren patentiren. Kautschuk in der hinreichenden Menge Chloroform gelöst wird mit Ammoniak behandelt bis die Masse gebleicht ist. Die so erhaltene gebleichte Masse soll in einem mit einem Heber versehenen Kessel so lange gewaschen werden, bis alles Ammoniak und Chlorgas entfernt ist. Das ausgeschiedene Kautschuk bildet eine schaumige Masse; es wird zu einem Klumpen vereinigt, ausgepreßt und dann von Neuem in Chloroform aufgeweicht, bis ein dicker Teig entsteht. Diesen Teig vermengt er mit so viel Zinkoxyd als nöthig ist um eine Masse zu bilden, die das Aussehen wie feuchtes Mehl hat. Aus dieser Masse bildet er durch Einpressen in Formen Gegenstände, die nach dem Trocknen auf der Drehbank 2c. verarbeitet werden können.

Bei diesem Verfahren scheint das Ammoniak, wie bei dem vorhergehenden das Chlorgas, das Kautschuk in eine harte Masse zu verwandeln. Nach unserer Ansicht bieten beide beschriebenen Methoden gegenüber der gewöhnlichen Methode der Herstellung von Hartgummiwaaren wenig Vortheile.

Ein Vortheil scheint darin zu liegen, daß in beiden Methoden das Kautschuk in aufgequelltem Zustande mit den mineralischen Substanzen vermischt wird. Dadurch gelingt es, kautschukärmere Mischungen durch innigeres mechanisches Einwalzen herzustellen.

Cloes[1]) stellt aus Kautschuk eine Elfenbeinimitation auf folgende Weise her. Zu einer Lösung von Kautschuk wird gebrannte Magnesia gesetzt und dann das erhaltene Gemisch in einer eisernen Form kräftig comprimirt.

Die aus dieser Masse hergestellten Billardbälle sollen dieselbe Elasticität und dasselbe specifische Gewicht wie echte Bälle haben.

Eigenschaften des Hartgummis.

Das hornisirte Gummi hat viele Eigenschaften, die dem Holz, Horn und den Knochen eigen sind. Es nimmt eine schöne Politur an und besitzt besonders bei seiner Anwendung zu Kämmen vor dem Horn den großen Vorzug, bei öfterem Reinigen in warmem Wasser nicht wie dieses rauh zu werden oder gar zu spalten.

Die Zähne der Kämme bleiben selbst bei längerem Gebrauch hinreichend glatt und ist das Hartgummi von guter Qualität, so ist es elastisch genug, um

---

1) Bull. d. l. societé d'encourag. 1877, p. 559; Dingl. pol. J. 227.

bei starker Biegung nicht zu brechen. Am meisten Verwendung findet das Hartgummi auch heute zur Herstellung von Kämmen.

Wegen des hohen Grades von Elektricität, den das Hartgummi beim Reiben annimmt, eignet es sich vorzüglich zu Scheiben an Elektrisirmaschinen und bildet gleichzeitig ein ausgezeichnetes Isolirmittel für telegraphische Leitungen und elektrische Apparate.

Gegen starke Säuren, Salzsäure, Schwefelsäure &c. ist es höchst indifferent; es werden deshalb auch in neuerer Zeit Säurepumpen, Röhrenleitungen mit dazugehörigen Hähnen für chemische Fabriken daraus angefertigt.

Zur Herstellung von Linealen, Reißschienen, Winkelmaßen, Pulverlöffeln, Schaufeln, Wagschalen, Weberschiffchen, Knöpfen, Messerstielen &c. eignet es sich wie kein anderes Material; zu Schmuckgegenständen wird es wegen seiner schönen Politur und seiner tief schwarzen Farbe häufig angewandt.

Gegen die meisten Lösungsmittel des Kautschuks verhält es sich indifferent; nur in Schwefelkohlenstoff und Steinkohlentheer wird es in geringem Grade zum Schwellen gebracht.

Auffallend ist sein großes Ausdehnungsvermögen in der Wärme. Kohlrausch[1]) bestimmte den Ausdehnungscoëfficienten und fand, daß derselbe dreimal größer als beim Zink ist.

Der Coëfficient für 1° ist nämlich:

0,0000770 gemessen zwischen 16,7° und 25,3°,
0,0000842 „ „ 25,3° „ 35,4°,

daraus ergibt sich, daß der Ausdehnungscoëfficient sich mit dem Steigen der Temperatur vergrößert. Vernietet man zwei Streifen Zinkblech und Hartgummi mit einander, so krümmen sie sich bei mäßiger Erwärmung sehr deutlich. Ein dünnes Elfenbeinstreifchen von 20 cm Länge, an ein solches aus Hartgummi mittels Hausenblase angeleimt, stellt ohne Zeigerwerk ein recht empfindliches Thermometer dar, da das freie Ende sich für 1° um mehrere Millimeter verschiebt.

Man kann endlich die Krümmung durch ungleiche Ausdehnung am einfachsten mit Hülfe einer bloßen Platte aus Hartgummi demonstriren; denn vermöge der schlechten Wärmeleitung wirft sich dieselbe bei einseitiger Erwärmung sehr erheblich.

Die körperliche Ausdehnung des Hartgummis ist nach obigen Zahlen bei 0° gleich derjenigen des Quecksilbers; in höherer Temperatur noch größer.

Vermuthlich hängt die starke Ausdehnung mit dem Gehalte des Hartgummis an Schwefel zusammen, für welchen bereits Kopp bei 30° den Coëfficienten 0,000061 fand. Anderentheils ist der Contrast gegen das weiche Kautschuk merkwürdig.

Kohlrausch machte noch die Beobachtung, daß der Gummistreifen nach der Erwärmung immer geraumer Zeit bedarf, um eine constante Länge zu erreichen.

Wir wollen hier noch kurz die Herstellung einiger Fabrikate betrachten, bei deren Herstellung das Kautschuk ebenfalls eine hervorragende Rolle spielt.

---

[1]) Pogg. Ann. d. Chem. u. Pharm. **149**, 577; Dingl. pol. J. **210**, 444.

Kautschukcompositionen.

Die Eigenschaft des Kautschuks, in erwärmtem Zustande sich mit den verschiedensten Substanzen durch Walzen innig verbinden zu lassen, hat man benutzt, die mannigfachsten Kautschukcompositionen herzustellen. Wir erwähnen von diesen als die wichtigsten: das Camptulikon, Kautschukleder, Balenit (künstliches Fischbein), Plastit (eine harte, nicht elastische, aber leicht zu formende Masse), Schleifcompositionen (zum Schärfen der Messer ꝛc.).

Die Herstellung dieser Fabrikate wird von den Fabrikanten meistens geheim gehalten. Es liegt zwar kein Grund vor, diese Fabrikation geheim zu halten, da man in Fachkreisen meistens orientirt ist, wie diese Artikel hergestellt werden.

Camptulikon.

Unter dem Namen Camptulikon kam zuerst aus England vor einer Reihe von Jahren ein kautschukähnlicher Stoff in den Handel, der vornehmlich zu Zimmerdecken, Teppichen, Anwendung fand und im Wesentlichen aus Kautschuk, Kork, Leinöl und anderen Beimischungen bestand.

Die Herstellung dieses Artikels soll auf folgende Weise geschehen: Korkabfälle werden durch Reiben auf einer mit kleinen Zähnen besetzten Trommel und durch Mahlen in ein feines Pulver verwandelt.

Das so erhaltene Korkmehl wird auf Walzen mit dem Kautschuk und anderen Beimischungen, die man zusetzt, durch Kneten innig gemischt. Zuletzt läßt man die Masse mehrmals durch enggestellte Walzen gehen, um sie gehörig zusammenzupressen und walzt sie dann in Platten von 3 bis 4 mm Stärke aus.

Hierauf werden die Platten mit Leinölfirniß bestrichen oder durch Oeldruck ein beliebiges Muster für Teppiche oder Parquett darauf gedruckt.

Wird dem Kautschuk neben dem Korkmehl noch Schwefel zugesetzt und die Platten gebrannt, so erhält man vulcanisirtes Camptulikon.

Das anfangs im Handel erschienene Camptulikon war von sehr guter Beschaffenheit; man konnte es biegen ohne daß es brach.

Später wurde durch Ersatz des Korks durch feines Sägemehl (wie solches beim Schneiden von Brettern, die zu Cigarrenkistchen benutzt werden, abfällt), sowie durch Verwendung von Leinölfirniß (dem man etwas Schellack zugesetzt hat), Kolophonium, Harz ꝛc. an Stelle von Kautschuk das Fabrikat bedeutend billiger im Preise hergestellt, aber auch die Qualität sehr verschlechtert.

Die Hauptvorzüge des Camptulikons liegen darin, daß dasselbe bei geringem Gewicht einen hohen Grad von Elasticität besitzt und sich aus diesem Grunde zur Herstellung von Laufteppichen gut eignet.

In vielen Eigenschaften dem Camptulikon ähnlich ist das

Kautschukleder,

welches zuerst von Wiese in Paris durch Mischen von gelösten, alten Kautschukabfällen mit irgend einem Faserstoff, wie z. B. Lein, Hanf, Jute, Lederabfällen (Falzspänen) und langandauerndes Walzen erhalten wurde.

Das Einarbeiten geschieht in der Weise, daß man in den dicken halbflüssigen Kautschukteig soviel Faserstoff einträgt, bis er sich kneten läßt. Hierauf wird die Masse auf kalten Walzen gewalzt und so lange neue Mengen des Faserstoffs zugesetzt, bis die Masse die nöthige Festigkeit erlangt hat.

Es ist zweckmäßig, das Auswalzen oft zu wiederholen, indem dadurch die Fasern in verschiedene Richtungen zu liegen kommen, gleichsam verfilzt werden, wodurch die Festigkeit dann bedeutend zunimmt.

Um dem Fabrikat ein lederartiges Aussehen zu geben, wird dasselbe mit Ocker gefärbt. Gewöhnlich setzt man der Masse noch Schwefel zu und vulcanisirt das Kautschukleder in einer Presse.

Eine große Zukunft kann dem Artikel nicht in Aussicht gestellt werden.

Wird das Kautschukleder aus gutem Material hergestellt, so daß es als theilweiser Ersatz für Leder dienen kann, so ist es zu theuer; bei Herstellung aus schlechtem Material wird es billig, aber nur für untergeordnete Zwecke verwendbar.

Balenit.

Das Balenit ist eine zwischen dem Hart- und Weichgummi stehende Masse und soll, wie schon der Name andeutet, als Ersatz für Fischbein dienen. Zur Herstellung sollen folgende Stoffe verwendet werden:

Kautschuk	100 Theile
Rubinschellack	20 „
Gebrannte Magnesia	25 „
Schwefel	20 „
Goldschwefel	20 „

Der Rubinschellack, die gebrannte Magnesia ꝛc. werden durch Walzen mit dem Kautschuk innig gemischt und Platten oder prismatische Stäbe daraus geformt und bei mäßiger Hitze vulcanisirt.

Die auf diese Weise erhaltene Masse soll hinsichtlich Elasticität und Festigkeit das echte Fischbein in allen Fällen ersetzen.

Plastit.

Der Plastit unterscheidet sich von dem Hartgummi insofern als er nur eine ganz geringe Elasticität besitzt, dagegen einen bedeutenderen Härtegrad als

letzteres. Er eignet sich, da er die Formen recht gut ausfüllt und größtentheils aus Körpern hergestellt wird, die einen geringeren Werth besitzen, sehr gut zur Anfertigung von gepreßten Rahmen, Büchsen, Schuhabsätzen, kurz für alle solche Zwecke, für welche man sonst weiche Metalle, Holz, Horn rc. verwendet.

Die größte Masse des Plastits besteht aus Steinkohlenpech, welch' letzteres bei der Destillation des Steinkohlentheers als eine schwarze glänzende Masse zurückbleibt. Je mehr Kautschuk man der Masse zusetzt, desto weniger brüchig wird der Plastit. Da der Plastit ein billiges Material bilden soll, so ist der Kautschukzusatz bei den besten Sorten selten höher als 20 bis 25 Proc. Außer Kautschuk wird noch Schwefel, Magnesia, Kreide, geschlemmter Thon, manchmal auch Goldschwefel an Stelle des Schwefels zugesetzt. Das Mischen der verschiedenen Substanzen geschieht auf mäßig erhitzten Walzen, wie schon früher beschrieben.

Das Formen der einzelnen Objecte wird in eisernen, angewärmten Formen vorgenommen und die Gegenstände erst nach dem Formen gebrannt.

Vermöge seiner bedeutenden Härte und Festigkeit nimmt der Plastit einen hohen Grad von Glätte und Politur an, hat aber dem hornisirten Kautschuk gegenüber den Nachtheil, daß er außerordentlich brüchig ist und die daraus gefertigten Gegenstände deshalb in neuerer Zeit wenig geschätzt werden.

Die Verwendung des Kautschuks zu Schleif- und Polircompositionen.

Die Eigenschaft des Kautschuks, sich mit fremden Körpern in großen Mengen mischen zu lassen und damit eine feste Masse zu bilden, hat man benutzt um Schleif- und Polircompositionen herzustellen. Zur Herstellung der Schleifcompositionen benutzt man entweder Glas-, Bimstein-, Quarzsand oder Schmirgel. Die Massen, welche Glas und Bimstein enthalten, lassen sich gut zum Schleifen von Messing und Bronze, die mit einem Zusatz von Feuerstein zum Schleifen von Stahl verwenden; diejenigen, welche Schmirgelpulver enthalten, können zum Schleifen von Stahl und anderen harten Körpern benutzt werden.

Bei der Anfertigung verfährt man nach Payen in folgender Weise:

In einem Kessel werden 35 kg vulcanisirte Kautschukabfälle auf eine Temperatur von 220 bis 230° C. erhitzt. Nach Verlauf von 2 bis 2½ Stunden werden der Masse 3 kg schweres Steinkohlentheeröl zugesetzt, um das Schmelzen zu erleichtern. Das Schmelzen des Kautschuks geht langsam vor sich; nach Verlauf von weiteren 2 Stunden werden abermals 3 kg Steinkohlentheeröl zugefügt und die Masse gehörig gemischt. Der Zusatz von 3 kg Steinkohlentheeröl wird nach einer gewissen Zeit wiederholt. Nach sechsstündigem Erhitzen ist das Kautschuk gewöhnlich vollständig flüssig; der größte Theil des zugesetzten Oels hat sich verflüchtigt. Man fügt nun zu der flüssigen Kautschukmasse 12 kg fein gepulverte Schwefelblumen; hierauf 525 bis 618 kg des fein gemahlenen oder gepulverten Materials, wie Quarz, Schmirgel rc.

Man erhält alsdann einen zähen Brei, welcher zwischen zwei Stahlcylindern von je 30 cm Durchmesser geknetet wird.

Die Cylinder drehen sich in entgegengesetzter Richtung mit ungleicher Geschwindigkeit; der eine mit ca. zwei Touren, der andere mit sechs Touren in der Minute. Die Cylinder sind hohl und werden im Inneren durch Dampf auf 60° C. erhitzt. Ist die Masse auf diesen Walzen gehörig durchgeknetet, so bringt man sie auf eine andere Walze, deren Cylinder sich mit gleicher Geschwindigkeit drehen und walzt Platten von der gewünschten Stärke darauf aus.

Die so erhaltenen Platten werden auf einem Tisch, der mit Talkpulver bestreut ist, ausgebreitet und dann mit einer Schneidevorrichtung runde Scheiben daraus geschnitten. Die Scheiben werden mit Talk gehörig eingepudert, auf eine Platte gebracht und in einen passenden Ring, der als Form dient, gelegt, dann unter einer hydraulischen Presse in der Kälte einem Druck von 150 000 bis 200 000 kg ausgesetzt. Nachdem die Scheiben aus der hydraulischen Presse kommen, wird der Ring mit einem Kreisschneider zugeschnitten und in der Mitte ein passendes Loch zur Aufnahme der Welle angebracht. Um der Masse die gehörige Zähigkeit und Festigkeit zu geben, werden die Scheiben in einem Cylinder, der mit Dampf erhitzt werden kann, bei 140° 7 bis 8 Stunden gebrannt. Die auf diese Weise hergestellten künstlichen Steine sind außerordentlich hart und können richtig montirt 1500 bis 2000 Touren in der Minute machen.

Die größten Schleifsteine haben einen Durchmesser von 60 cm, eine Dicke von 50 cm und ein Gewicht von 40 kg; die kleinsten einen Durchmesser von 28 cm und eine Dicke von 4 mm. Man benutzt sie hauptsächlich zum Schärfen der großen Sägen; mit Vortheil können sie aber auch zum Feilen und Poliren von Eisen und Stahl dienen.

Die Herstellung der Steine zum Schärfen der Schneidewerkzeuge geschieht ganz auf dieselbe Weise, wie die Herstellung der Schleifsteine.

Deplanque, welcher vor ungefähr 25 Jahren die Fabrikation der künstlichen Schleifsteine, namentlich in Frankreich, zuerst anfing, giebt folgende Mischungsverhältnisse für verschiedene Schleif- und Polircompositionen:

I.

Kautschuk	280	Gew.-Thle.
Schmirgelpulver	1120	„
Kienruß	$6^1/_3$	„

II.

Kautschuk	280	Gew.-Thle.
Graphit	512	„
Kienruß	$6^1/_3$	„

III.

Kautschuk	280	Gew.-Thle.
Graphit	488	„
Kienruß	$6^1/_3$	„

IV.

Kautschuk	280	Gew.=Thle.
Zinkweiß	1120	„
Gelber Ocker	56	„

V.

Kautschuk	280	Gew.=Thle.
Schwefel	84	„
Schmirgelpulver	1120	„

Diejenigen Mischungen, welche nur Kautschuk und Kienruß enthalten, sind als Schleifcompositionen zu betrachten, während diejenigen, welche Graphit oder Zinkweiß und Ocker enthalten, zum Poliren dienen.

Wegen seiner Indifferenz gegen chemische Agentien und Unveränderlichkeit in der atmosphärischen Luft hat man das Kautschuk zur Herstellung eines Emails für Metallgegenstände verwendet.

Lake nahm 1870 ein Patent für das Ueberziehen metallischer Flächen mit Kautschukemaille. Er löst Kautschuk oder Guttapercha in Benzin, Terpentin= oder Kautschuköl auf. Der Lösung wird auf 1 kg Kautschuk $1/2$ kg Schwefel, etwas gepulverter Bimsstein, Feldspath oder Gyps zugesetzt und durch Beimengung eines mineralischen Farbstoffes ihm die gewünschte Farbe ertheilt. Die zu emaillirenden Metallgegenstände werden mit diesem Brei überstrichen und dann einer Temperatur von 120 bis 160° ausgesetzt. Die Masse gewinnt ein politurartiges Aussehen und haftet sehr fest auf der metallischen Oberfläche. Schadhafte Stellen können durch nochmaliges Bestreichen und Brennen ausgebessert werden.

Die Bearbeitung der Guttapercha.

Reinigen und Vorarbeiten.

Die Guttapercha kommt, wie das Kautschuk, mit einer variablen Menge Verunreinigungen von Sand, Holz, Erde, Rinden, die entweder beim Sammeln unabsichtlich oder auch absichtlich, um das Gewicht zu vermehren, von den Sammlern zugesetzt werden, in den Handel.

Bei dem Reinigen verfährt man in folgender Weise: Man beginnt damit, die Guttapercha zuerst in kleine Stücke zu sägen oder zu zerschneiden, eine Operation, welche durch Einweichen der Guttapercha in heißes Wasser wesentlich erleichtert wird.

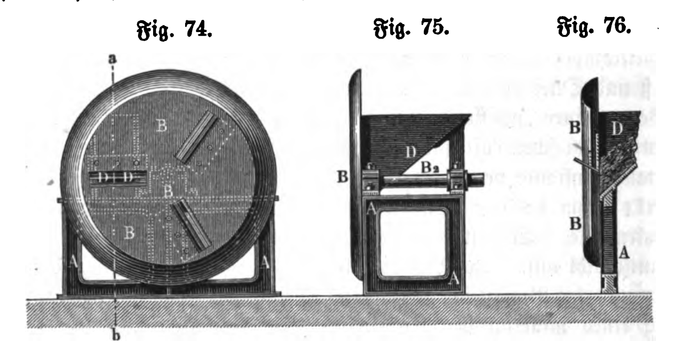
Zum Schneiden bedient man sich der in den Figuren 74, 75 und 76 abgebildeten, von Ch. Hancock patentirten Schneidemaschine.

Maschine zum Schneiden der Guttapercha von Ch. Hancock [1]). Patentirt 1847.

Nachstehende Zeichnungen stellen die Maschine im Frontaufrisse (Fig. 74), in der Seitenansicht (Fig. 75) und im Durchschnitt der Linie *ab* (Fig. 76) dar.

AA ist das Maschinengestell, *B* eine kreisrunde Eisenscheibe von ungefähr 5 Fuß Durchmesser mit drei Einschnitten, in welche drei Messer in radialer

Fig. 74. Fig. 75. Fig. 76.



Richtung eingesetzt sind. Diese Scheibe ist an dem Ende einer Welle B^2 befestigt und kann von einer Dampfmaschine oder einem sonstigen Motor aus mittels geeigneten Räderwerks in beliebig schnelle Rotation gesetzt werden. Die Guttaperchastücke werden in den geneigten Trog *D* geschüttet und sofort durch die rotirende Scheibe *B* in Späne geschnitten, deren Dicke von dem Grade der Hervorragung der Messer abhängt. Die gesammelten Späne kommen in ein mit heißem Wasser gefülltes Gefäß, worin man sie so lange läßt, bis sie sich weich und biegsam anfühlen.

Zur Bearbeitung ungewöhnlich harter Guttapercha würden sich anstatt gerader Messer gekrümmte besser eignen.

Nachdem die Guttapercha so in feinere Stücke zerschnitten ist, kommt sie in ein Gefäß mit Wasser, um sie von den Beimengungen auf mechanische Weise zu trennen. Die mit Wasser bald getränkten Holz- und erdigen Stückchen sinken rasch zu Boden, während die leichtere Guttapercha auf der Flüssigkeit schwimmt.

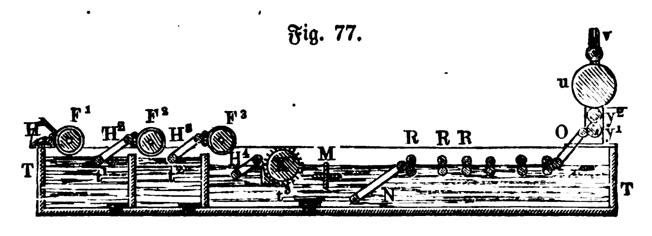
Hancock's Apparat zur weiteren Verarbeitung der Guttapercha.

Die eingeweichte Guttapercha kommt zur weiteren Verarbeitung in den (Fig. 77) abgebildeten Apparat. *T* ist ein geräumiger aus drei Abtheilungen

1) Dingl. pol. J. 155, 25.

$t^1t^2t^3$ bestehender Behälter. Die Abtheilungen t^1 und t^2 sind höher mit Wasser angefüllt, als die Abtheilung t_3. Quer über dem Behälter T sind außer dem Bereiche des Wassers drei Walzen $F^1F^2F^3$ gelagert, welche in einer Richtung parallel zu ihrer Länge mit sägeförmigen Blättern besetzt sind. An der Vorderseite jeder dieser Brechwalzen befindet sich ein Paar cannelirter Zuführwalzen, durch einen Trichter H^1 werden die eingeweichten Guttaperchastücke den Zuführwalzen der ersten Brechwalze F^1 übergeben. H^2 ist ein geneigtes, um zwei Walzen laufendes, endloses Tuch, dessen unteres Ende in

Fig. 77.



Wasser taucht, während sein oberes Ende den Zuführwalzen des Brechers F^2 gegenüberliegt. Ein zweites endloses Tuch H^3 ist in Beziehung auf die dritte Brechwalze F_3 ebenso angeordnet. Eine Zerkleinerungswalze K mit radialen Blättern, ähnlich dem Holländer der Papiermühlen, ist quer über der dritten Abtheilung t^3, jedoch tiefer als die Walzen $F^1F^2F^3$ gelagert, so zwar, daß die eine Hälfte desselben immer in das Wasser dieser Abtheilung eintaucht. Die Blätter des rotirenden Cylinders K streifen nun an den Randplatten so nahe vorbei, daß sie auf alle mit ihnen in Berührung kommenden Substanzen wie eine Scheere einwirken. Der Cylinder K ist, wie die Brechwalzen, mit einem endlosen Tuche H^4 und einem Paar Zuführwalzen versehen. M ist ein rotirender, ganz in Wasser getauchter Agitator. Ein bis an den Boden des Behälters sich erstreckendes endloses Tuch N theilt die Kammer t^3 noch in zwei weitere Abtheilungen. Quer über den hinteren Theil der Kammer t^3 ist eine Reihe von Walzenpaaren RRR in einer solchen Höhe angeordnet, daß die unteren Walzen unter und die oberen Walzen über Wasser rotiren. Zwischen diesen Walzen befindet sich eine Reihe von Bänken oder Tafeln.

Folgendes ist die Wirkungsweise dieses Apparates: Die Zuführwalzen, die Tragwalzen der endlosen Tücher und die Walzen RR rotiren alle von der Linken zur Rechten, während die Brechwalzen $F^1F^2F^3$ der Zerkleinerungscylinder K und der Agitator M nach der entgegengesetzten Richtung umlaufen. Die Brechwalzen und Zerkleinerungscylinder sollten mit einer Geschwindigkeit von 600 bis 800 Umdrehungen in der Minute, die Zuführwalzen und endlosen Tücher aber nur ungefähr mit dem sechsten Theil dieser Geschwindigkeit rotiren. Die erste Reihe der Walzen RR dürfte mit einer Geschwindigkeit von 15 bis 20 Touren per Minute rotiren, während die letzten Paare schneller umlaufen, wodurch das Material eine gewisse Streckung erfährt. Durch die erste Brechwalze F^1 wird die rohe Guttapercha in kleine Stücke zerbrochen, wodurch bedeutende Quantitäten erdiger und anderer fremdartiger Stoffe zum

Vorschein kommen. Das Ganze fällt vermengt in das darunter befindliche Wasser. Diejenigen Stücke, welche aus reiner Guttapercha bestehen oder in welchen diese vorherrscht, schwimmen auf der Oberfläche des Wassers, während die erdigen und anderen fremdartigen Substanzen zu Boden sinken. Das endlose Tuch H^2 nimmt die schwimmende Guttapercha auf und führt sie aufwärts den über der zweiten Kammer gelagerten Speisungswalzen zu; diese übergeben sie der zweiten Brechwalze F^2. Von der Oberfläche des Wassers in t^2 wird die Guttapercha durch das endlose Tuch H^3 den Zuführwalzen der Brechwalze F^3 zugeführt und somit zum dritten Male aufgebrochen, um alle Unreinigkeiten von ihr zu entfernen. Das Tuch H^4 führt dann die Guttapercha dem rotirenden Cylinder K zu, durch dessen Messer sie in eine Menge sehr dünner Streifen zerschnitten wird. Diese fallen in das Wasser des Behälters t^3, werden sofort durch den rotirenden Agitator M unter Wasser gedrückt und dadurch vollends von allen Unreinigkeiten befreit. Das endlose Tuch N führt die Guttapercha den Walzen RRR zu und von dem letzten dieser Walzenpaare wird sie durch das endlose Tuch O nach den metallenen Preßwalzen $Y^1 Y^2$ gehoben. Diese sind mittels Adjustirschrauben in einen Abstand von einander gestellt gleich der Dicke des Bandes, in das die Guttapercha comprimirt werden soll. Nachdem das Band zwischen den Walzen $Y^1 Y^2$ hindurchgegangen ist, wird es über die Walze Y^2 und von da über die hölzerne Trommel U nach einer Walze V geleitet, auf der es sich aufwickelt. Das Wasser in allen Abtheilungen des Behälters T muß kalt sein. Sollte die rohe Guttapercha einen üblen Geruch zeigen, was ziemlich häufig der Fall ist, so mischt man unter das Wasser eine Auflösung von Soda oder Chlorkalk (Dingl. pol. J. Bd. 155, S. 26).

An Stelle des eben beschriebenen Reinigungsverfahrens verfährt man in neuerer Zeit in der Hancock'schen Fabrik in folgender Weise:

Die auf der Schneidmaschine in Späne geschnittene Guttapercha wird in einem mit Wasser gefüllten eisernen Behälter durch Dampf bis zum Siedepunkt des Wassers erhitzt. Durch die von dem einströmenden Dampfe bewirkte Bewegung des Wassers wird die Guttapercha gewaschen und von den durch das Zerschneiden frei gelegten Unreinigkeiten befreit. Durch öfteres tüchtiges Umrühren mit einer eisernen Schaufel oder mit einem Agitator (Flügelwelle) wird das Waschen wesentlich beschleunigt.

Die durch die Wärme erweichte Guttapercha klebt und rollt sich zu Ballen zusammen. Man nimmt die Ballen heraus, bringt sie in einen großen cylinderförmigen eisernen Behälter, in dem sich eine Trommel mit gebogenen gezackten Zähnen, die die Peripherie des Cylinders berühren, befindet. Die Trommel macht in der Minute 800 Touren und zerreißt die Guttapercha in feine Fäden, die durch einen in den Apparat geleiteten Wasserstrom in einen darunter befindlichen Kasten gespült werden. Die Guttapercha, vermöge ihres leichten specifischen Gewichts, schwimmt an der Oberfläche, während sich die Unreinlichkeiten zu Boden setzen. Die auf dem Wasser schwimmenden zerrissenen Theile werden zum zweiten Male in siedendem Wasser erhitzt, um sie zusammenzuballen und kommen alsdann in den Knetapparat. An Stelle dieses mechanischen

Zerreißens der Guttapercha hat man ein Aufweichen mit Lösungsmitteln wie Schwefelkohlenstoff, Benzin, Chloroform ꝛc. bei der Reinigung angewendet. Die in Lösungsmitteln aufgeweichte Guttapercha wird in einen starken aufrecht stehenden Cylinder, in welchem sich ein Stempel auf- und abbewegt, gebracht. Der Boden des Cylinders besteht aus Platten, die eine Anzahl Löcher besitzen. Die Platten sind so eingesetzt, daß sich die mit den größten Löchern oben, die mit den kleinsten unten am Cylinder befinden.

Fig. 78.

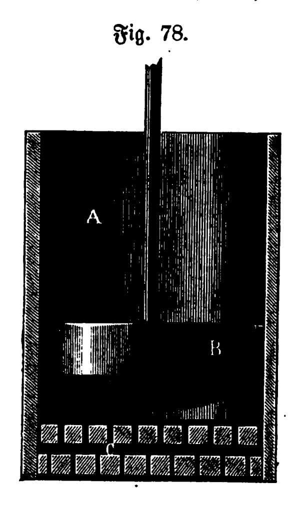


Fig. 78 stellt einen solchen Apparat dar. *A* ist ein gußeiserner Cylinder, welcher mit einem Dampfmantel umgeben ist. Die aufgeweichte Guttaperchamasse wird mittels des Kolbens *B* durch den durchlöcherten doppelten Boden *C* des Cylinders *A* gepreßt, während die darin befindlichen Unreinigkeiten mechanisch zurückgehalten werden.

Man hat auch vorgeschlagen die Guttapercha, statt sie durch Lösungsmittel aufzuweichen, durch Hitze zu erweichen und dann durch einen Cylinder, wie oben beschrieben, zu pressen. Um dabei das Abkühlen während des Durchpressens zu verhindern, ist der Cylinder mit einem Mantel versehen, so daß der ganze Apparat durch Dampf erhitzt werden kann.

Das eben beschriebene Verfahren scheint sehr umständlich zu sein und wird wohl selten angewendet.

Gérard benutzt zum Reinigen die bei der Kautschukfabrication S. 53 beschriebenen Waschtrommeln, nur daß er statt kaltem, heißes Wasser über die Walzen laufen läßt. Dieses Verfahren muß, wenn damit der gewünschte Zweck vollständig erreicht wird, als das einfachste von allen betrachtet werden.

Die auf die eine oder die andere Weise gereinigte Guttapercha muß, ehe sie zu Gegenständen geformt werden kann, vom Wasser befreit und durch Kneten zu einer homogenen Masse verarbeitet werden.

Die vollständige Entfernung des Wassers ist von der größten Wichtigkeit, weil selbst geringe Spuren davon die Adhärenz bedeutend verringern oder sogar aufheben.

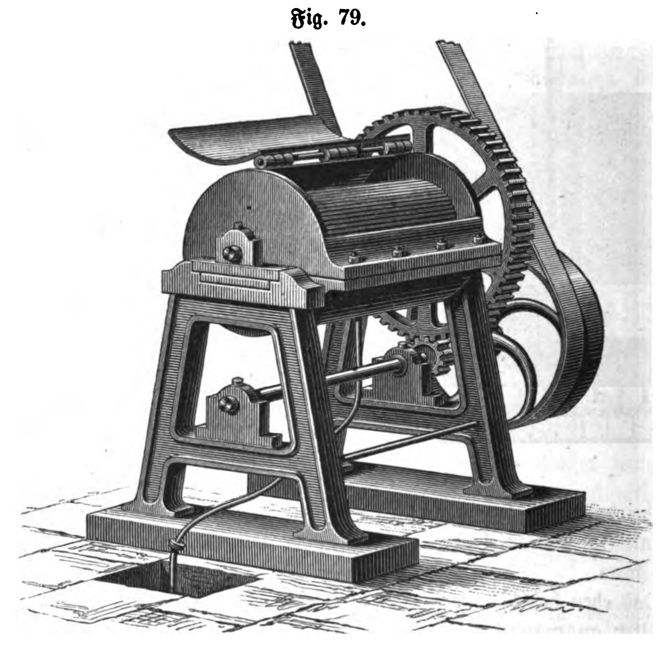
Die Guttapercha wird zu dem Zweck in einem Kessel, der mit doppeltem Boden und Wandung versehen ist und in den Dampf eingeleitet werden kann, bis sie erweicht ist erhitzt und dann auf einer Knetmaschine oder einem Wolf geknetet.

Fig. 79 (a. f. S.) veranschaulicht eine solche Maschine. Sie besteht aus einem starken, cylindrischen, eisernen Kasten. Im unteren Theile befindet sich ein doppelter Mantel, der gestattet Dampf einzuleiten und das Innere des Apparates zu erhitzen. In dem inneren Kasten bewegt sich ein cannelirter Cylinder, der die Guttaperchastücke gegen die Wandfläche drückt und so knetet. Durch dieses

Kneten bei gleichzeitigem Erhitzen wird die Guttapercha von der darin eingeschlossenen Luft und dem Wasser befreit.

Das eben beschriebene Knetverfahren hat den Uebelstand, daß die Luft, die in der Guttapercha enthalten ist, nicht vollständig daraus entfernt werden kann,

Fig. 79.



sondern bei längerem Kneten nur in wurstförmigen Klumpen von einer Stelle zur anderen gedrängt wird. Nur in seltenen Fällen wird sie schließlich an die Oberfläche gepreßt und entweicht durch Zerplatzen der Blase.

Für die Herstellung mancher Gegenstände, z. B. Umhüllung von Telegraphendrähten ist es, wie wir später noch sehen werden, von großer Wichtigkeit, daß die Guttapercha frei von Luft ist, damit keine schadhaften Stellen entstehen. In England hat man sich deshalb schon seit längerer Zeit bemüht, eine rationelle Knetmaschine zu construiren.

Wir geben in Nachfolgendem Beschreibung und Zeichnung [1]) einer Knetmaschine, die eine möglichst vollständige Entfernung der Luft aus der Guttapercha gestatten soll.

Die neue Maschine (Fig. 80 bis 85) hat, wie die seither in Gebrauch gewesene, einen gußeisernen unten mit einem Dampfmantel versehenen Kasten; statt einer cannelirten Walze sind deren zwei vorhanden.

Die eigentlichen Walzen haben einen bedeutend kleineren Durchmesser als die Rundung des Kastens; jede ist der Länge nach mit einer Art schräg gestellter Schneide versehen, die ihrer ganzen Länge nach abgedreht und im Durchmesser

[1]) Der praktische Maschinenconstructeur 1880, 326.

ungefähr 50 mm kleiner ist, als die Kastenrundung. Von der Transmission aus getrieben, greift ein Triebrad in das auf einer Seite auf eine der Walzen aufgekeilte Stirnrad; das Verhältniß ist so eingerichtet, daß die Walze ca. 25 Touren pro Minute macht. Jede der Walzen trägt auf der anderen Seite ein Stirnrad, so daß dieselben sich gegeneinander bewegen; diese Räder haben ein Verhältniß von ca. 4 : 5 und ist dies der Hauptvortheil der Maschine, denn indem so die Walzen sich mit verschiedener Geschwindigkeit drehen, treffen sich die Schneiden der Walzen bei jeder Umdrehung an verschiedenen Stellen und schneiden somit die Guttapercha immer an einer anderen Stelle in Stücke.

Sobald dieser Schnitt gemacht, wird die Guttapercha in den zwischen Messer und Walze sich bildenden Raum nach der Mitte des Kastens gedrängt, dort durch das Messer, das der Kasten selbst bildet, abermals zerschnitten und schließlich nach links und rechts mittels der Flügel der Schneiden an den Seiten hochgehoben, um, oben angelangt, wieder in die Mitte zu fallen. Die Guttapercha bleibt somit nie in einem einzigen Klumpen, sondern wird stets und zwar immer an einer anderen Stelle zerschnitten und geknetet und somit die etwa in derselben enthaltene Luft, man kann sagen vollständig entfernt.

Der Knetproceß soll kaum die Hälfte der Zeit des früheren verlangen und eine Guttapercha liefern, die bedeutend werthvoller sein soll.

Um ein Zuheißwerden der Walzen und somit ein Kleben der Guttapercha an denselben zu verhindern, sind diese hohl und kann mittels einer einfachen Vorrichtung kaltes Wasser in denselben circuliren.

Die Dampfzuleitung und die Ableitung des Condensationswassers ist auf der Zeichnung nicht angedeutet, da dieselbe je nach localen Verhältnissen an irgend einer passenden Stelle des Dampfmantels angebracht werden kann.

Mehrere dieser Maschinen sind in der Siemens'schen Telegraphenfabrik in London seit ungefähr einem Jahre im Gange und sollen die Erwartungen bei weitem übertroffen haben.

Die auf diese Weise geknetete Guttapercha kann zur Herstellung der verschiedensten Gegenstände direct benutzt werden.

Wie groß die Zahl der Gegenstände, die man versucht hat aus Guttapercha und Guttaperchacompositionen herzustellen, ist, möge folgende Zusammenstellung von Namen beweisen. Für sämmtliche hier bezeichneten Gegenstände hat Goodyear in seinen verschiedenen Patenten für Guttaperchafabrikation Schutz nachgesucht:

Ringe aller Art, Schreibtafeln, Schachteln und Büchsen von jeder Form und Größe, Kleider=, Zahn= und Haarbürsten; Flaschen, Becken, Schläuche, Fäßchen, Barometer, Billards, Schnallen, Knöpfe, Krückenstöcke, Gehäuse zu Uhren und Chronometern, Daguerreotypen und Instrumenten; Oblaten= und Federschachteln, Arbeits= und Schwefelhölzchenschachteln, Ohrgehänge, Fußbadewannen, Sitzbäder, Thürknöpfe, Verkleidungen, Ueberzüge der Schiffsplanken, Binden und andere Bandagentheile, Wagendecken, Holznachahmung, Sattelgestelle, Spindeln zum Spinnen, Faßhähne, Schmucksachen, Fischbeinbartin, Hefte und Griffe; Stöcke, Körbe, Becher, Bücher= und Brieftaschendeckel, künstliche Korallen, Gerippe zu Rettungskähnen, Modewaarenkasten, Stuhl=

kissen, militärische Kopfbedeckungen, Leuchter, Armleuchter, Gesimse, Kränze und Zimmerverzierungen jeglicher Art, Helme, Fischmesser, Flinten- und Pistolenkolben, Scharniere, Instrumentenschlüssel, Spiegel-, Bilder- und andere Rahmen, Petschafte, wasserdichte Koffer, Stühle, Papiermesser, Trinkgeschirre aller Art und Form, Siebe, Schachbretter, chirurgische Gegenstände, allerlei Schuhwerk, Schuhsohlen, Schuhanzieher ꝛc., Winkelmaße, Tintenfässer, Schachfiguren, Trichter, Schirme, Windschirme, Steigbügel, Schwimmer, Gabeln, Hufeisen, Pistolenhalfter, Klempnerwaaren, Ueberzüge von Telegraphendrähten, Peitschen, Wagengarnituren, Patrontaschen, geometrische Instrumente, Globen, Eierbecher, Gasmesser, Jagdtaschen, Harnische, Pferdegeschirr, Perspective, Brillengestelle ꝛc., Musikinstrumente aller Art, Spielsachen und Spiele, Spielmarken, Sackbänder, Fischleinen, Lampen, künstliche Glieder, Feldgeräthe, Maße für Flüssigkeiten, Medaillons, Reisekoffer, Zierrathen, Handhaben und Hefte aller Art, Formen, Federhalter, nachgeahmter Marmor, Muffe, Meter- und Linienmaße, Reisebestecke, Schüsselunterlagen, Weberschiffchen, geflochtene Körbchen, allerlei Verzierungen, Körbe, Kämme, Schreibpulte, Schüsseln, Töpfe, Geldtaschen, Cigarrentaschen, Blumentöpfe, Bleistiftfassungen; Pfeifen, Kutschen- und Thürfelder, Rollen, Sandbüchsen, Pulverhörner, Beschläge für Feuergewehre, Klammern für Vorhänge, Wagschalen, Schaufeln, Degengriffe, Sprachrohre, Schlittschuhe, Regen- und Sonnenschirmstäbe, Möbelfourniere, Perlen, Kaffeebretter, Mantelsäcke, Lineale, Wagenräder, Möbelrollen, Walzen für Druckereien und dergleichen, Cylinder für Spinnereien, Serviettenringe, Wasser- und Feuerlöscheimer, hydraulische Blasebälge, Spritzen und Pumpen, Soldatenflaschen, Stethoskope, Standbilder, Zuckerdosen, Untersätze, Garnituren zu Lampen, Wanduhren ꝛc., Triktrakspiele, Röhren zu allerlei Zwecken, Badevorrichtungen, Siebe für Kaffee, Orgelpfeifen, Dachziegel, Fernröhre, Triangel, Thermometer, Tasten für Pianos und andere Instrumente, Schiffsgeräthe, Schalen, Felleisen, Vasen, Violinen, Schrauben zum Ersatz der hölzernen ꝛc.

Von den zahlreichen hier mitgetheilten Gegenständen sind relativ nur wenige in den allgemeinen Gebrauch übergekommen. Als die wichtigsten davon erwähnen wir:

1. Röhren für ätzende oder sauere Flüssigkeiten,
2. Gefäße für Chemikalien,
3. Treibriemen,
4. dünne Blätter zum Einpacken von Chemikalien,
5. Formen für Galvanoplastik,
6. chirurgische Instrumente, Sonden, Katheter ꝛc.,

Die wichtigste Verwendung, die die Guttapercha gefunden hat, ist die zur Umhüllung von Telegraphendrähten, sowohl für Erd- als Wasserleitungen. Wir kommen bei Besprechung der Herstellung solcher Umhüllungen noch einmal auf diesen Punkt zurück.

Zur Herstellung der verschiedenen Gegenstände wird die Guttapercha selten in ganz reinem Zustande verwandt. Meistens mischt man sie beim Kneten mit einer Reihe von Substanzen, deren Menge nach den Eigenschaften, die die

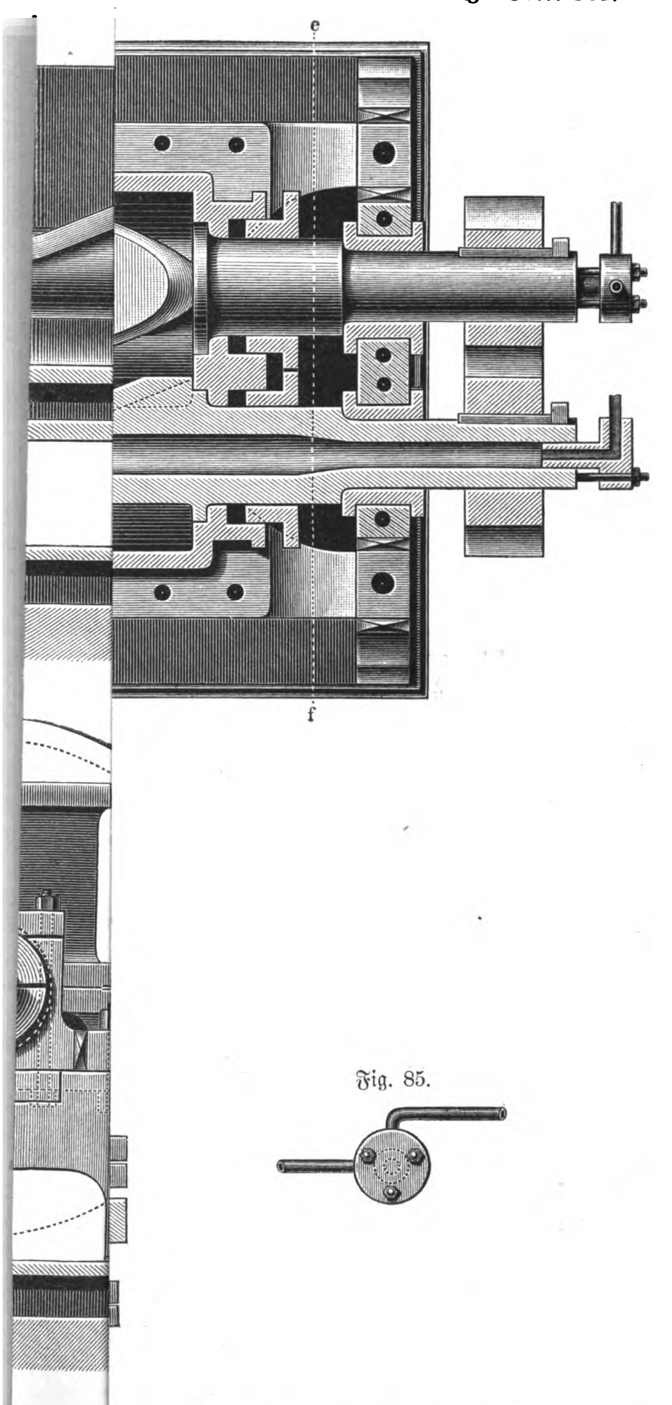


Fig. 85.

fertige Guttapercha haben soll, bestimmt wird. Wir wollen hier noch erwähnen, daß man alle die bei der Kautschukfabrikation besprochenen Zusätze auch hier in Vorschlag gebracht und angewendet hat. Soll beispielsweise die Guttapercha mehr Elasticität und Weichheit haben, so setzt man ihr eine entsprechende Menge Kautschuk zu; will man sie mehr oder weniger fest und weniger schmelzbar haben, so fügt man ihr 20 bis 30 Proc. Gummilack zu. Um sie widerstandsfähiger zu machen gegen den Einfluß der Luft, gibt man ihr einen Zusatz von Talg oder Paraffin [ob dieser Zweck dadurch erreicht wird, ist fraglich (?)]. Um das Abschleifen zu vermindern und ihr eine größere Härte zu geben, wird Kreide, Asphalt, Schmirgel und verschiedene Metalloxyde in Pulverform zugesetzt.

Für manche andere Zwecke, z. B. zur Umhüllung von Telegraphendrähten, wird Harz oder Kolophonium entweder gelöst oder pulverförmig beigemischt.

Statt durch Beimischung von Substanzen werden Veränderungen der Eigenschaften der Guttapercha durch verschiedene Chemikalien bewirkt.

So soll die Guttapercha durch Behandlung in der Wärme mit einer 33procentigen kaustischen Sodalösung eine größere Widerstandsfähigkeit gegen Einflüsse der Luft und des Lichts erhalten.

Um ihr ein zarteres Gefühl und metallischen Glanz zu geben, setzt man sie nach Hancock 2 bis 3 Minuten der Wirkung von Stickstoffoxydgas aus und wäscht sie nachher mit schwach alkalischem oder Regenwasser ab.

Ebenso wie das Kautschuk verliert die Guttapercha durch Vermischen mit Schwefel, Schwefelmetallen und Erhitzen die Eigenschaft bei 45 bis 60° C. zu erweichen und ebenso in der Kälte ihre Elasticität zu verlieren und hart zu werden. Gegen Lösungsmittel und chemische Agentien ist die vulcanisirte Guttapercha ebenfalls bedeutend widerstandsfähiger als die nicht vulcanisirte.

Die Vulcanisirung der Guttapercha geschieht ganz in derselben Weise wie beim Kautschuk durch Zusatz von Schwefel oder Schwefelmetallen und Erhitzen.

Die Operation des Brennens erfordert ebenfalls sehr viel Aufmerksamkeit; nicht selten bilden sich Blasen und die Masse erscheint schwammig. Um das Blasig- und Schwammigwerden, das auf dem Feuchtigkeitsgehalt und einer Abgabe an flüchtigen Oelen beruht, zu verhindern, hat man vorgeschlagen:

1. Ehe der Schwefel der Guttapercha zugesetzt wird, dieselbe einige Stunden auf 150 bis 160° C. zu erhitzen;

2. die Guttapercha mit einem geringeren Zusatz von Schwefel, als zur Vulcanisation nöthig (2 bis 3 Proc.) ist, zu erhitzen und nach dem Erhitzen den Rest der erforderlichen Quantität Schwefel beizufügen;

3. einen gleichen Zusatz von Bleiglätte (Bider) oder

4. einen Zusatz von Pfeifenerde (Davy) statt des Schwefels anzuwenden.

Je härter der aus Guttapercha hergestellte Gegenstand werden soll, desto mehr Schwefel setzt man zu; gewöhnlich geht man nicht unter 6 Theile Schwefel auf 100 Theile Guttapercha.

Meistens nimmt man bis zu 10 Proc. Schwefel. Die Temperatur bei der Vulcanisation liegt zwischen 135 bis 150° C.

Alle bei der Vulcanisation des Kautschuks aufgeführten Substanzen können ebenfalls bei der Vulcanisation der Guttapercha verwendet werden.

Um Wiederholung zu vermeiden, verweisen wir auf das dorten Gesagte.

Wir heben noch hervor, daß die durch Auflösen in Terpentin oder Benzin und Verdunstenlassen des Lösungsmittels gereinigte Guttapercha nach dem Parkes'schen Verfahren mit Schwefelchlorür ebenso wie Kautschuk vulcanisirt werden kann.

Hancock ließ sich 1847 folgende Vulcanisationsmethode patentiren. Eine Mischung von 48 Thln. Guttapercha, 6 Thln. Schwefelantimon oder Schwefelcalcium und 1 Thl. Schwefel wird in dem in Fig. 86 beschriebenen Apparate vulcanisirt.

Der Apparat besteht aus folgenden Theilen:

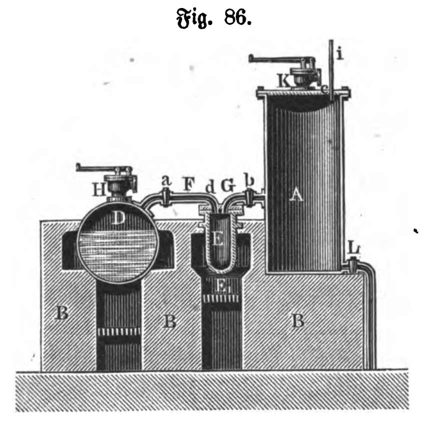
Hancock's Vulcanisirkessel.

A ist ein starker, metallener, auf dem Gestelle *BB* angeordneter Behälter, in welchen die zu schwefelnden Materialien gebracht werden; *c* ein dampfdicht aufgeschraubter Deckel; *D* ein gewöhnlicher Hochdruckdampfkessel; *E* ein starker metallener Topf, welcher das Operment und den Schwefel aufnimmt; letzterer wird durch die mit dem Deckel *d* verschließbare Oeffnung eingefüllt. Von dem Kessel geht eine durch den Hahn *a* verschließbare Röhre *F* nach dem Topfe *E*. Eine andere durch einen Hahn *b* verschließbare Röhre *G* verbindet den Topf mit der Kammer *A*. Der Kessel *D* und die Kammer *A* sind mit Sicherheitsventilen *H* und *K* versehen; zur Anzeige der Temperatur dient ein Thermometer *i*.

Der Betrieb des Apparates ist folgender:

Zuerst wird das Kesselfeuer, und wenn das Thermometer die Annäherung an 110° R. anzeigt, dann auch das Feuer unter *E* zur Verflüchtigung des Operments und Schwefels angezündet. Man öffnet sodann die Hähne *a* und *b* und läßt den Dampf durch die Röhren *F* und *G* und durch den oberen Theil des Topfes *E* in die Kammer *A* strömen, um die in der letzteren befindlichen Materialien vollständig zu erwärmen, bevor sie geschwefelt werden. In Kurzem steigen von dem Schwefel und Operment Dämpfe auf, die sich mit dem Wasserdampf vermengen. In diesem Zustande bleiben die Substanzen 1/2 bis 2 Stunden, je nach der Dicke der zu bearbeitenden Materialien. Dann wird der Hahn *b* geschlossen, die Feuer gedämpft, das Sicherheitsventil *K* gehoben und nachdem

Fig. 86.



die Dämpfe aus der Kammer entwichen sind, die geschwefelten Materialien entfernt. Während des Schwefelungsprocesses bleibt das Ventil H stets mit einem stärkeren Druck belastet als das Ventil K, damit ein Strom in der Richtung nach der Kammer A stattfinde.

Das in der Kammer A sich ansammelnde Condensationswasser wird mittels des Hahnes L abgelassen.

Wir haben diese Methode nur der Vollständigkeit halber hier angeführt und glauben kaum, daß danach heute noch Guttaperchawaaren vulcanisirt werden.

Herstellung der Guttaperchaartikel.

Die Herstellung der Guttaperchaartikel ist sehr einfach und unterscheidet sich nur in wenigen Punkten von derjenigen der Kautschukwaaren. Da wir die letzteren eingehend behandelt, so beschränken wir uns hier nur darauf, die Herstellung der wichtigsten Guttaperchawaaren zu besprechen.

1. Blätter und Platten.

Die gereinigte oder auf der Knetmaschine vorbereitete Guttapercha wird entweder auf einem Walzwerk, wie wir es Seite 58 u. 59, Fig. 6 u. 7, beschrieben haben, oder auf einem Streckapparat, der aus zwei übereinanderliegenden polirten Stahlwalzen und einer unter der unteren Walze befindlichen polirten Stahlplatte besteht, in Blätter oder Platten von gewünschter Stärke ausgewalzt. Es versteht sich von selbst, daß bei Herstellung von ganz dünnen Blättern die Walzen absolut rund und gut polirt sein müssen. Ehe man die Guttapercha auf das Walzwerk oder die Streckmaschine bringt, wird sie in einem Kessel, der doppelte Wände besitzt, um durch Dampf geheizt zu werden, auf 50 bis 60° C. erhitzt.

Nach einiger Zeit wird die Guttapercha mit einem Hammer platt geschlagen, um sie leichter unter die Walzen oder den Streckapparat bringen zu können. Benutzt man den Streckapparat zur Herstellung von Platten, so bringt man die plattgeschlagene Guttapercha auf die polirte Stahlplatte unter die erste Walze.

Die Guttapercha wird zwischen der Stahlplatte und der ersten Walze zu einem Blatt gepreßt, das die Walze umschlingt und dann durch die zweite Walze geht, welche etwas enger gestellt, so daß es dort vermehrten Druck und größere Streckung erhält. Die fertige Platte legt sich auf ein langes, endloses Tuch, auf dem sie so lange verweilen kann, bis sie kalt ist. Um das Abkühlen der Platten oder Blätter zu beschleunigen, wird mittels eines Ventilators oder eines Fächers kalte Luft auf dieselben geblasen. Sind die Blätter oder Platten kalt, so werden sie auf eine Walze gewickelt oder gerollt und sind dann fertig zur Verarbeitung oder zum Verkauf. Es versteht sich von selbst, daß die Walzen an dem Streckapparat mittels Schrauben, ähnlich wie am Kalander, näher oder weiter gestellt werden können, um Blätter oder Platten jeder gewünschten Dicke auswalzen zu können.

Aus den auf diese Weise hergestellten Guttaperchaplatten werden durch Zerschneiden Streifen und Fäden, Riemen und Treibriemen auf verschiedene Art hergestellt.

Wir geben hier die Skizze eines Apparates, den Hancock zum Schneiden der Kautschukblätter in Streifen oder Bänder sich patentiren ließ.

Hancock's Apparat zum Schneiden der Guttapercha in Streifen oder Bänder, um Schnüre daraus zu fabriciren[1]).

Fig. 87 ist ein Vorderaufriß dieser Maschine; *CC* sind zwei cannelirte stählerne oder eiserne Walzen in einem geeigneten Gestell. Die Kerben jeder Walze sind halbkreisförmig, so daß, wenn die Kerben der einen Walze denjenigen der anderen gegenüber gebracht werden, sie zusammen eine Reihe kreisförmiger Löcher bilden. Die vorstehenden Abtheilungen zwischen den Kerben haben schneidende Ränder, so daß sie jedes Blatt von Guttapercha, welches ihnen dargeboten wird, leicht zertheilen. Die untere Walze ist an beiden Enden mit einer vorstehenden Scheibe versehen und die zwei Enden der oberen Walze passen an der Innenseite über diese Scheibe so, daß die schneidenden Ränder sich nicht verrücken oder beschädigen können. Um dünne Blätter von Guttapercha in Streifen oder Bänder zu zerschneiden, läßt man das Material kalt hindurch und bringt nur die schneidenden Ränder in Wirksamkeit. Um runde Schnüre zu erzeugen, läßt man ein Blatt in der Dicke gleich dem Durchmesser der Löcher der Maschine bei einer

Fig. 87.



Fig. 88.

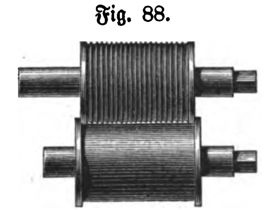
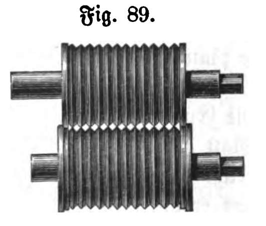


Fig. 89.



Temperatur von etwa 75° R. durch dieselbe, indem man das Material aus einer (durch Dampf erhitzten) Speisekammer herleitet. Die aus der Maschine kommenden Schnüre werden in einem Faß mit kaltem Wasser aufgenommen, aus welchem man sie auf Haspeln oder Trommeln aufwindet. Man kann übrigens auch die Guttapercha in plastischem Zustande in die Maschine leiten.

---

1) Dingl. pol. J. **155**, 30.

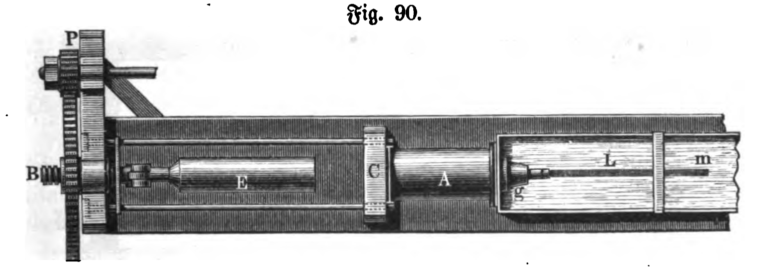
Will man halbrunde oder halbkreisförmige Stricke erzeugen, so ersetzt man die untere Walze durch eine glatte Walze, Fig. 88. Um die Guttapercha in viereckige Stricke zu formen, bedient man sich der Walzen wie aus Fig. 89 ersichtlich.

Darstellung der Schläuche und Röhren aus Guttapercha.

Zur Herstellung der Guttaperchaschläuche und -Röhren bedient man sich entweder der schon bei der Kautschukschläuchefabrikation S. 107 beschriebenen Maschine, oder einer anderen von Cabirol construirten Maschine, deren Beschreibung wir weiter unten geben.

Die Herstellung der Röhren auf dieser Maschine beruht auf ganz demselben Princip wie die der thönernen Drain- oder gepreßten Bleiröhren. Die

Fig. 90.



erweichte Guttapercha wird aus einer ringförmigen Oeffnung herausgepreßt und da sie in Folge der weichen Beschaffenheit zusammenfallen oder sich verbiegen würde, so wird die Röhre sofort nach dem Austritt aus der Oeffnung in einen 15 bis 16 m langen Behälter mit kaltem Wasser geleitet, in welchem sie abkühlt und erhärtet, so daß sie am anderen Ende des Troges auf eine Trommel gewunden werden kann. Fig. 90 u. Fig. 91 (a. f. S.) veranschaulichen die Maschine von Cabirol.

Der Cylinder *A* ist von einer doppelten Umhüllung umgeben, welche durch Dampf erhitzt werden kann. Er erhält die Guttaperchamasse aus *C*. *E* ist der Kolben, welcher durch eine Schraube *B* und das Getriebe *P* vorwärts bewegt wird und die erweichte Guttaperchamasse aus dem Cylinder *A* durch die conische Röhre *g* drückt. *L* ist ein Behälter mit Wasser gefüllt, 16 m lang; *m* dient als Führung für den austretenden Schlauch.

Beim Einfüllen der Guttapercha in die Maschine hat man möglichst sorgfältig zu Werke zu gehen, damit keine Luftblasen eingeschlossen werden, die sonst, nachdem die starke Compression in der Maschine aufgehört hat, beim Heraustreten der Röhre zerplatzen und den Theil der Röhre, welcher sie enthielt, unbrauchbar machen.

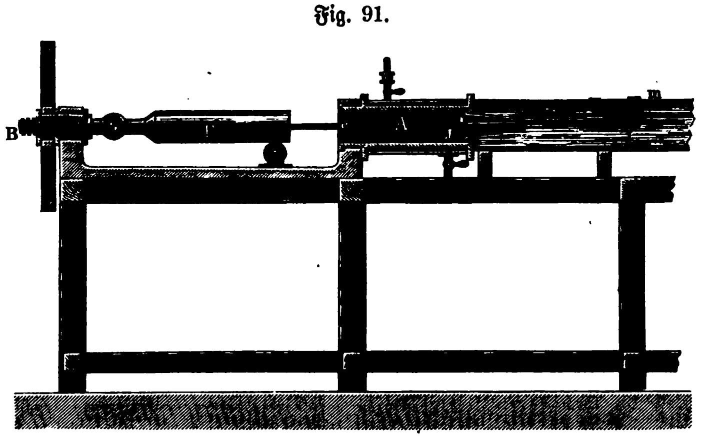
Um die Einschließung von Luftblasen zu vermeiden, bringt man zweckmäßigerweise nur kleine Klumpen von Guttapercha ein, vertheilt sie gleichmäßig und stampft sie fest.

Wird das Zusetzen oder Nachfüllen der Guttapercha in dem Behälter C rechtzeitig unternommen, so kann man Röhren von jeder beliebigen Länge herstellen. Es sollen auf diese Art schon Röhren von 270 bis 300 m Länge gezogen worden sein.

Nickels und Selby[1]) ließen sich 1854 an diesen Apparat eine Vorrichtung zur constanten Zuführung der Guttapercha patentiren.

Anstatt des Kolbens, der sich in dem Cylinder bewegt, bedienen sie sich eines Walzenpaares, welches beständig in solcher Richtung rotirt, daß es die Guttapercha unter sich zieht und in eine darunter befindliche Kammer preßt,

Fig. 91.



welche oben von den Walzen fest verschlossen mit einem Mantel versehen ist und durch Dampf geheizt wird. Damit der Apparat gleichmäßig functionirt, kommt es hauptsächlich darauf an, daß die Guttapercha vor ihrem Eintritt zwischen die Walzen so erwärmt ist, daß sie noch gehörig Stand hält und durch die Walzen mit der erforderlichen Gewalt in den Preßkasten getrieben wird. Erst in dem Kasten darf sie so erweicht werden, um aus der ringförmigen Oeffnung austreten zu können.

Die Guttaperčharöhren und -Schläuche eignen sich hauptsächlich zu Speiseröhren für Locomotiven, Saug- und Vertheilungsschläuchen für Gartenspritzen, Waschmaschinen 2c. Da sie den Säuren und der Einwirkung des Chlors widerstehen, so benutzt man sie mit Vortheil in Bleichereien und chemischen Fabriken.

Die Guttaperčharöhren können einen hohen Grad von Druck aushalten, wie aus Versuchen, die in Birmingham angestellt wurden, hervorgeht.

Röhren von 19,044 mm Durchmesser, 3,174 mm Dicke wurden während zwei Monaten dem Druck einer Wassersäule von 61 m Höhe ausgesetzt, ohne die geringste Veränderung zu erleiden.

Um ihre größte Widerstandsfähigkeit zu bestimmen, wurden diese Röhren an eine hydraulische Presse gebracht und einem Drucke von 23 kg per Quadrat-

[1]) Dingl. pol. J. 133, 349.

centimeter ausgesetzt; man steigerte sogar den Druck auf 31 kg, die höchste Leistungsfähigkeit der Presse, ohne daß die Röhre irgend eine Beschädigung erfuhr.

Die meisten Gegenstände, hohle oder massive, werden entweder (wie bei der Hartgummiwaarenfabrikation bereits näher beschrieben) durch Pressen in metallenen Formen, oder durch Zusammensetzung aus einzelnen durchgeschnittenen Stücken, die man durch Löthung, d. h. durch Erhitzen der zu verbindenden Theile mit einem heißen Eisen und Zusammendrücken der Ränder vereinigt, hergestellt.

Hat man Gegenstände zu formen, die sehr complicirt sind und bei denen man befürchten müßte, daß sich Luftblasen an einzelnen Stellen bilden würden, so füllt man die Form mit einer zu Mehl zerriebenen Guttapercha.

Die Form wird vorher erhitzt und das Guttaperchamehl durch starken Druck in die Form eingepreßt.

Bei der Herstellung von hohlen Gegenständen verfährt man nach Hancock in folgender Weise.

Man stellt zuerst einen Sack oder eine Flasche von vulkanisirtem Kautschuk her, welche etwas kleiner ist als die Form des betreffenden Gegenstandes. Dieser Kautschukbeutel wird mit Guttapercha in der nöthigen Stärke überzogen.

Die Oberfläche des Kautschuks wird vor dem Ueberziehen mit Guttapercha mit Seife oder Fett überstrichen um ein Festkleben zu verhindern. Die vorhandene Oeffnung des Kautschuksackes wird mit einer Röhre, durch welche Luft oder Flüssigkeit in das Innere geführt werden kann, verbunden.

Man erhitzt alsdann den mit Guttapercha überzogenen Kautschuksack in einem alkalischen Dampfbade, bis die Guttapercha weich und plastisch geworden ist; dann preßt man Luft oder Wasser in das Innere und dehnt dadurch die äußere Decke von Guttapercha in der gewünschten Weise aus.

Runde Gegenstände können auf diese Weise ohne Einbringen in eine Form hergestellt werden. Bei anderen, die ein bestimmtes Profil haben, muß während dem Ausdehnen durch Luft der Gegenstand in die betreffende Form gebracht und die Dauer und Stärke des Druckes so lange angehalten werden, bis die Guttaperchadecke alle Einzelnheiten der Form angenommen hat und die Masse beim Abkühlen ihre Façon behält. Nach dem Erkalten wird der im Inneren befindliche Kautschuksack herausgenommen und die Oeffnung geschlossen.

Die wichtigste Anwendung, die die Guttapercha in der letzten Zeit gefunden hat und für welche bis jetzt trotz ihres hohen Preises noch kein Stoff als Ersatz gefunden worden, ist zur Bekleidung und Umhüllung von Telegraphendrähten für die submarine Telegraphie.

Siemens war der erste, der die Guttapercha zum Zwecke der Umhüllung unterirdischer Telegraphenleitungen empfahl.

Es wurden zuerst unterirdische Leitungen zwischen Berlin und Potsdam, später zwischen Berlin und Cöln und Berlin-Frankfurt mit solchen, durch Guttapercha überzogenen Drähten hergestellt.

Nach mühsamen und kostspieligen Versuchen war man jedoch genöthigt von der Verwendung der Guttapercha zu obigem Zwecke wieder abzustehen, weil sich folgende Uebelstände zeigten:

1) Wurde die Bekleidung der Drähte von Erdratten und Mäusen, deren Gänge und Bauten mit der Leitung in Collision kamen, angefressen;

2) war durch Unvollkommenheiten in der Fabrikation die Umhüllung mitunter so excentrisch, daß der Draht statt in der Mitte sich ganz nahe an der Seite befand und dadurch nur eine unvollkommene Isolirung stattfand.

Walker griff die Versuche von Siemens wieder auf. Nachdem er vorher im Hafen von Folkeston eingehende gelungene Versuche angestellt hatte, wurde die erste unterseeische Leitung zwischen Frankreich und England ausgeführt. Nachdem so die Legung einer submarinen Telegraphenleitung zwischen Calais und Dover gelungen war, folgten bald andere im Mittelmeere, die sich alle ausgezeichnet bewährten und es tauchte bald die Idee auf, eine Telegraphenleitung von Europa nach Amerika zu legen.

In England bildete sich 1858 [1]) eine Gesellschaft, die die Legung eines Kabels von Europa nach Amerika zuerst bewerkstelligte.

Die Legung gelang vollständig und mehrere Hundert Depeschen wurden zwischen beiden Welttheilen ausgetauscht. Bald aber hörte das Kabel wegen mangelhafter Isolation des Drahtes auf zu functioniren. 1865 [2]) wurde ein neuer Versuch gemacht, der aber insofern mißlang, als das Kabel etwa in der Mitte zwischen Europa und Amerika riß. Endlich 1866 [3]) beim Legen eines neuen Kabels gelang die Verbindung; das 1865 abgerissene wurde später mit Erfolg aufgefischt und nach Amerika weitergeführt.

---

[1]) Das Kabel von 1858 bestand aus einem Kupferstrang von sieben Drähten, sechs um einen herum gelegt, 107 Pfd. per Seemeile wiegend, isolirt durch drei Lagen Guttapercha, 261 Pfd. schwer per Knoten. Den äußeren Schutz bilden 18 Stränge aus Holzkohleneisendraht, jeder bestehend aus sieben Drähten (sechs um einen herum), spiralig um den Kern gelegt, der mit einer Bekleidung von mit einer Theermischung getränktem Hanf ausgepolstert war. Die einzelnen Drähte hatten Nr. $22^1/_2$ des Drahtmessers, der vollständige Strang Nr. 14 der Drahtlehre. Es wog in der Luft 21 Ctr., im Wasser 13,4 Ctr. per Seemeile. Die Zerreißungsfestigkeit betrug 3 Tonnen 5 Ctr. oder 4,85 mal so viel, als sein Gewicht im Wasser per Knoten betrug; die Bruchfestigkeit war also 2,05 mal so groß, als die für die größte vorkommende Tiefe von 2400 Faden erforderliche Stärke.

[2]) Das Kabel von 1865 hatte als Leitung ebenfalls einen Strang aus sieben Kupferdrähten (sechs um einen herum, aber 300 Pfund per Seemeile schwer), die in Chatterton'sche Masse gehüllt waren; jeder Draht hatte Nr. 18 des Drahtmaßes, der Strang Nr. 14 der Drahtlehre. Die Isolirung bestand aus vier Lagen Guttapercha, abwechselnd mit vier Lagen Chatterton'scher Masse, 400 Pfund schwer per Seemeile. Den äußeren Schutz bildeten 10 Drähte von Nr. 15 der Drahtlehre aus Webster's und Horsfall's homogenem Eisen gezogen, deren jeder einzelne mit fünf Strängen von mit einer conservirenden Masse getränktem Manillagarn umgeben war. Das Ganze wurde spiralförmig um den Kern gelegt, der mit gewöhnlichem Hanf (mit conservirender Masse getränkt) umwickelt war. Das Gewicht des Kabels betrug in der Luft $35^3/_4$ Ctr., im Wasser 14 Ctr. per Seemeile. Die Zerreißungsfestigkeit war 7 Tonnen 15 Ctr. oder das elffache seines Gewichtes im Wasser per Knoten; die Bruchfestigkeit war also 4,64 mal so groß als die für die größte vorkommende Tiefe erforderliche Stärke.

[3]) Das Kabel von 1866 weicht nur wenig von dem vorigen ab. Die 10 Drähte der äußeren Umhüllung sind verzinkt und jeder mit fünf Strängen aus weißem Manillahanf umwickelt.

Seit der Zeit haben sich die submarinen Leitungen bedeutend vermehrt; 1874 waren 200 derselben in Thätigkeit, von denen aber 61 wieder eingegangen sind.

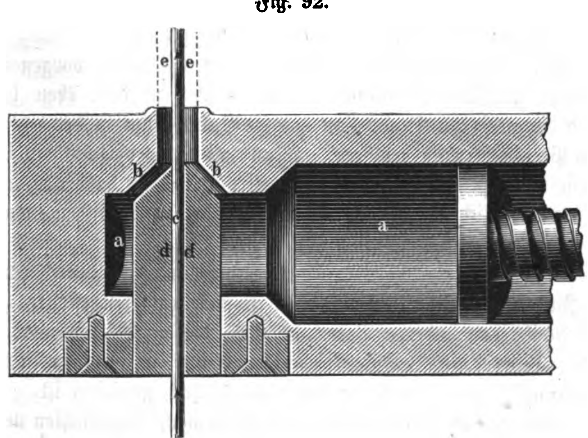
Die Länge der submarinen Telegraphenleitungen ist sehr bedeutend; das von St. Vincent nach Fernambuco führende hat eine Länge von 1953 englischen Meilen; das von Brest nach St. Pierre gehende ist 2584 englische Meilen lang.

Die Umhüllung des Telegraphendrahtes mit Guttapercha geschieht in einem ähnlichen Apparate wie die Herstellung der Guttapercharöhren. Wir geben hier die Beschreibung der Fabrikation nach Fonrobert und Pruckner[1]).

Die zum Umpressen dienende Guttapercha muß gut gereinigt und bearbeitet, hauptsächlich aber völlig entwässert sein.

Die gut bearbeitete Guttapercha wird in Quantitäten von 4 bis 5 kg warm zerschnitten und je 3 bis 5 Procent Schwefelblüthe zugesetzt. Der Schwefel wird während des abermaligen Durchwalzens auf die Guttapercha allmälig eingestreut und durch gutes Auswalzen völlig gleichmäßig damit gemischt. Die geknetete Masse kommt in Form von Zöpfen in einen Hochdruckkessel und wird hier einer acht Atmosphären Druck entsprechenden Temperatur

Fig. 92.



ausgesetzt. Es tritt eine theilweise Vulcanisation der Guttapercha ein; gleichzeitig bewirkt die hohe Temperatur die Verflüchtigung der letzten Spuren Wasser unter Beihülfe eines Exhaustors, der mit dem Erhitzungskessel in Verbindung steht.

Die theilweise vulcanisirte Guttaperchamasse kommt nun in den zum (Umhüllen) Umpressen der Drähte bestimmten Apparat. Fig. 92 stellt einen Durchschnitt der Maschine dar.

a ist ein 2 bis $2^1/_2$ m langer, 24 cm weiter, sehr starker Cylinder in horizontaler Lage. Eine 12 cm dicke Schraubenspindel drückt den Kolben lang-

---

1) Steinheil, Dingl. pol. J. 115, 260.

sam in die Masse. Die Bewegung der Spindel ist mit zehn Pferdekräften durch Versetzung bewirkt. An dem vorderen Theile des Cylinders ist der sehr massiv gearbeitete Kopf mit den Mundstücken angebracht. In diesem Kopfe sind bei der einen Maschine sechs, bei der anderen neun Mundstücke angebracht; ebensoviele Drähte werden also gleichzeitig von der Maschine umpreßt. Die Masse kommt aus dem Cylinder *a* und kann nur durch den konischen Raum *b* entweichen. Durch die Mitte dieses Raumes ist aber von unten der Draht *c* durch ein starkes Metallstück *dd* durchgeführt, so daß die Masse bei *e* mit dem Draht aus dem Mundstück hervortritt, den Draht ungemein fest umschließt und mit sich durchpreßt. Dabei ist zu bemerken, daß der Draht in der Secunde circa einen Zoll vorrückt und die Temperatur nicht zu hoch gehalten wird, da sonst die Masse nicht hart und dicht genug wird. Besondere Vorsicht ist nöthig beim Einbringen der Masse in den Cylinder, um womöglich alle Luft hinwegzubringen. Eingeschlossene Luft beschädigt das Fabrikat, indem jede Luftblase vor dem Mundstück zerplatzt.

Die umpreßten Drähte gehen zur Abkühlung über einen nassen Schwamm und zwischen Tuchlitzen hindurch nach der oberen Etage, wo sie, nachdem die Guttapercha die nöthige Festigkeit erlangt hat, auf einen Haspel aufgewickelt werden. Vom ersten Haspel werden sie auf einen zweiten gewunden und die beschädigten Stellen von einem Arbeiter ausgebessert.

Hierauf wird die Prüfung der Isolirung des Drahtes vorgenommen.

Bei dem großen Verbrauch der Guttapercha zu dem eben beschriebenen Zwecke und der geringen Production hat die Guttapercha in der letzten Zeit eine ungemeine Preissteigerung erfahren. Man hat daher versucht ein Ersatzmittel, das wie die Guttapercha eine so gute Isolirung und so dauernde Widerstandsfähigkeit [1]), namentlich gegen das Seewasser besitzt, aufzufinden, was aber bis jetzt noch nicht befriedigend gelungen ist.

Inwieweit Hartgummi- oder Hartgummi- und Guttaperchacompositionen die reine Guttapercha substituiren können ist noch nicht festgestellt.

Eine Reihe von anderen Verwendungen, die die Guttapercha, namentlich als Ersatz für Leder 2c. in der Industrie finden könnte, ist insoforn in der neueren Zeit ausgeschlossen, weil der Preis derselben zu hoch gestiegen ist.

Wir erwähnen die Verwendung zu Treibriemen, Schuhsohlen und Pumpenliderungen.

Ueber die Verwendung zu letzterem Zwecke äußert sich Beuthner (Dingl. pol. J. 130, S. 236) sehr günstig. Nicht nur, daß diese Liderung allen Anforderungen genügend entspricht, zeigt sie auch eine bedeutend größere Dauerhaftigkeit als eine aus Leder hergestellte.

Eine wichtige Verwendung hat die Guttapercha in der Zahnheilkunde, zum Ausfüllen hohler Zähne und zum Anfertigen künstlicher Gebisse gefunden. Die zu diesem Zwecke verwendete Guttapercha wird vor ihrer Benutzung gebleicht. Das Bleichen geschieht in folgender Weise:

---

[1]) Nach Preece (Dingl. pol. J. 236, 261) wird die Guttapercha zuweilen von einem kleinen Insect, der Templetonia crystallina zerfressen.

Man übergießt $1/2$ kg Guttapercha mit 10 kg Chloroform und läßt die Masse in einem verschlossenen Gefäße 3 bis 4 Tage stehen. Ist die Guttapercha vollständig gelöst, so setzt man 200 bis 300 g Wasser zu, schüttelt die Masse gehörig durch und läßt sie 14 Tage stehen. Während dieser Zeit sammelt sich alle Unreinlichkeit auf der Wasserschichte über dem Chloroform, die klare Lösung wird mit einem Heber abgezogen in ein irdenes Gefäß gegossen, welches man in eine kupferne Destillirblase stellen kann.

Auf die Lösung gibt man in der Höhe von einigen Linien eine Schichte Wasser. Auf den Boden der Destillirblase gibt man ebenfalls etwas Wasser, stellt das irdene Gefäß hinein und destillirt das Chloroform ab.

Die Guttapercha bleibt als eine weiße, blasige Masse mit einem Stich ins Gelbliche[1]) zurück.

Die bei der Destillation erhaltene Guttapercha wird in Stangen gerollt und durch längeres Liegenlassen in Aether oder Alkohol gebleicht. Sie zeigt dann äußerlich ein weißes Aussehen wie Elfenbein, während sie im Inneren noch gelblich ist, was beim Zusammenkneten wieder zum Vorschein kommt.

Beim Abdampfen ist auf eine möglichst sorgfältige Entfernung des Chloroforms Bedacht zu nehmen, indem geringe Mengen hartnäckig zurückgehalten werden, die ein Brüchigwerden veranlassen können.

Statt dieses Bleichverfahrens hat man auch folgende Methode angewandt: 1 Theil zerschnittene Guttapercha wird im 20fachen Gewicht heißen Benzins gelöst und der Masse $1/10$ Theil gebrannten Gyps zugesetzt. Die Masse wird zwei Tage stehen gelassen, die klare, bräunlichgelbe Flüssigkeit von dem Bodensatz abdecantirt und dann in das doppelte Volumen Alkohol von 90° Tr. gegossen. Die Guttapercha fällt alsdann als eine blendend weiße, weiche, zähe Masse nieder, die zusammengeknetet, in Stangen gerollt und an einem staubfreien Orte aufbewahrt wird. Um die Guttapercha schwach roth zu färben, so daß sie die Farbe des Zahnfleisches besitzt, verreibt man sie mit 1 Theil Carmin auf 800 bis 900 Theilen Guttapercha unter Zusatz von Wasser und Gummipulver zu einer schleimig-rothen Flüssigkeit, mischt letztere durch kräftiges Schütteln mit einer Guttaperchalösung in Chloroform und destillirt die ganze Masse ab. Der verbleibende Rückstand erhält durch Kneten eine gleichmäßig rothe Farbe. Wir unterlassen es hier Weiteres über diese Zahnkitte, über deren Herstellung noch andere Vorschriften existiren, anzuführen.

Ebonit oder Hartguttapercha.

Durch einen größeren Zusatz von Schwefel und Erhitzen auf eine höhere Temperatur geht die Guttapercha, ganz wie das Kautschuk, in eine harte, hornartige Masse über.

---

[1]) Behandelt man die Lösung mit Chloroform und Knochenkohle, so erhält man sie in einem weißeren Zustand.



Zur Herstellung von Hartguttapercha setzt man gewöhnlich 20 bis 30 Procent Schwefel der Guttapercha zu und erhitzt 6 bis 8 Stunden.

Die so erhaltene Guttapercha ist tief schwarz, sehr hart und nimmt eine schöne Politur an.

Sie läßt sich ebenso wie Horn und Elfenbein verarbeiten, hat aber dem Horn gegenüber noch den Vortheil, daß sie kein faseriges Gefüge zeigt, was sie noch werthvoller macht.

Im Allgemeinen kann sie zu den schon bei der Hartgummiwaarenfabrikation beschriebenen Gegenständen benutzt werden. Ihre Verwendung ist in der neueren Zeit dadurch, daß der Preis zu hoch gestiegen ist, immer mehr in Abnahme gekommen. Man verwendet an ihrer Stelle die billiger herstellbare Hartgummimasse.

Wegen des hohen Preises der Guttapercha hat man schon seit längerer Zeit versucht einen Ersatz zu finden. Es würde aber hier zu weit führen, wollten wir die zahlreichen Vorschläge alle einzeln aufführen; wir beschränken uns vielmehr darauf eine der wichtigsten Guttaperchacompositionen hier beispielsweise zu betrachten.

Die wichtigsten und besten Ersatzmittel für Guttapercha sind, abgesehen vom Kautschuk, Balata und Coorongit. Dieselben können bis zu 30 bis 40 Procent der Guttapercha zugesetzt werden, ohne daß die Guttapercha ihre werthvollen Eigenschaften dabei wesentlich einbüßt. Als theilweiser relativ guter Ersatz für Guttapercha ist Stearin, Wachs und Paraffin zu bezeichnen.

Kolophonium und Harz, sowie Mischungen von Kolophonium und Harzöl dienen in neuerer Zeit ebenfalls als Ersatz, verursachen aber, wenn sie in zu großer Menge der Guttapercha zugesetzt werden, Brüchigkeit.

Die Ersatzmittel für Guttapercha, für deren Herstellung in England hunderte von Patenten genommen worden sind, enthalten meistens Kolophonium oder Harz, Pech oder Asphalt und Guttapercha mit verschiedenen Mengen anderer Körper. Wir wollen hier die Herstellung der sogenannten Sorel'schen Guttaperchacomposition als Beispiel dienend für alle anderen beschreiben.

Sorel verwendet zu seiner Guttaperchacomposition folgende Substanzen:

Kolophonium 2 Theile,
Pech oder Asphalt 2 Theile,
Harzöl 8 Theile,
Gelöschten Kalk (Kalkhydrat) 6 Theile,
Wasser 3 Theile,
Thon 10 Theile,
Guttapercha 12 Theile.

Die Darstellung dieser Composition erfolgt in der Weise, daß Kolophonium, Pech und Harzöl in einem Kessel bei gelinder Wärme solange unter Umrühren erhitzt werden, bis sie eine gleichmäßige Lösung bilden. Hierauf fügt man den Aetzkalk mit dem Wasser in Form eines Breies zu. Ist die Masse gleichmäßig gemischt, so wird die Guttapercha in kleinen Quantitäten nach und nach zugesetzt,

der Zusatz des Thons erfolgt, wenn die Guttapercha innig mit der übrigen Masse gemischt ist.

Nachdem so die Masse gemischt ist bedarf sie noch mehrmaliges Walzen. Der Zusatz des Harzöls dient nur dazu, um Pech und Asphalt leichter zu lösen und denselben theilweise ihre Sprödigkeit zu nehmen. Kalkhydrat bildet mit dem Kolophonium Harzkalkseifen, die eine zähe, leimartige Consistenz besitzen. Thon hat nur den Zweck, die Masse der Composition zu vermehren und kann daher durch andere indifferente Körper, z. B. Kreide, kohlensaure Magnesia, Eisenoxyd rc. ersetzt werden.

Ein anderes Ersatzmittel für Guttapercha ließ sich Ernst Mourlot Fils in Paris (D. R.-P. 13 332) patentiren. Eine Abkochung von Birkenrinde, namentlich der äußeren Rinde, wird eingedampft. Der schwarze, dickflüssige Rückstand wird an der Luft bald fest und soll sich wie Guttapercha verhalten, aber keine Risse bekommen. Die Masse kann mit 50 Procent Kautschuk oder Guttapercha vermischt werden. Die Composition soll billig und ein guter Nichtleiter der Elektricität sein; ob sie alle guten Eigenschaften der Guttapercha besitzt, bleibt dahingestellt. Der Erfinder nennt sie französische Guttapercha.

Eine Guttaperchamasse, die gegenüber der gewöhnlichen Guttapercha den Vortheil haben soll, daß sie erstens billiger ist, zweitens größere Dauerhaftigkeit, drittens größere Elasticität und Widerstandsfähigkeit gegen Wärme besitzt, ließ sich P. A. Godefroy 1855 patentiren. Sie besteht aus Guttapercha mit gepulverten Kokosnußschalen. Zur Herstellung werden die Kokosnußschalen auf einem Mahl- oder Stampfwerk zerkleinert und dann gesiebt. Das feinste Pulver wird auf Mischwalzen mit Guttapercha gemischt und die erhaltene Masse zur Herstellung von Guttaperchaßröhren und zur Bekleidung von Telegraphendrähten benutzt.

Das mittelfeine Kokosnußschalenpulver dient mit Guttapercha gemischt zur Herstellung von Schuhsohlen rc.

Das gröbste Pulver wird mit Guttapercha gemischt zur Herstellung von Schiffsbekleidung, Zeltdecken rc. benutzt.

Verwerthung der Guttaperchaabfälle.

Die Benutzung der alten Guttaperchagegenstände sowie der Abfälle gestaltet sich, besonders wenn dieselben nicht vulcanisirt sind, sehr einfach.

Man wäscht sie zuerst in fließendem Wasser, kocht sie dann in einer kaustischen Sodalösung 3 bis 4 Stunden lang, trocknet und knetet sie auf einer Knetmaschine. Obgleich sie in Qualität nicht neuer Guttapercha gleichzustellen sind, so können sie bei der Verarbeitung der frischen Guttapercha zugesetzt werden.

Waren die Guttaperchaabfälle mit Schwefel versetzt und vulcanisirt, so werden sie zweckmäßig auf Quetschmaschinen oder anderen Zerkleinerungsmaschinen möglichst fein zerkleinert und die zerkleinerte Masse in einem Kessel mit einer 6 bis 8 procentigen kaustischen Sodalösung 5 bis 6 Stunden gekocht. Darauf

wird die Guttapercha gewaschen, getrocknet und in einem geschlossenen Gefäß, das mit einem Dampfmantel umgeben ist und geheizt werden kann, mit dem geeigneten Lösungsmittel, wie Schwefelkohlenstoff, Benzin, Terpentin rc. bei einer über 50 bis 60° C. gehenden Temperatur längere Zeit, bis die Masse in Lösung übergegangen ist, digerirt.

Will man ein ganz reines Product daraus darstellen, so trennt man die Lösung von dem Bodensatz durch Filtration oder Decantation und destillirt das Lösungsmittel in einer geeigneten Destillirblase ab.

Es empfiehlt sich bei der Destillation der Masse 1 bis 2 Procent kaustische Soda zuzusetzen, wenn die Abdampfungstemperatur des Lösungsmittels so hoch steigen würde, daß eine Vulcanisation wieder eintreten könnte.

Gewöhnlich verzichtet man darauf ein derartig reines Product aus den Guttaperchaabfällen darzustellen und begnügt sich damit, aus der Gesammtmasse wie sie durch das Lösungsmittel erhalten wird, durch Destillation das Lösungsmittel zu entfernen und den Rückstand wieder als Zusatz zu der Guttapercha zu verwenden.

Bei der Wiederverwendung derartig regenerirter Guttapercha ist besonders darauf zu achten, daß das Lösungsmittel gehörig daraus entfernt wird, damit die daraus hergestellten Gegenstände (wie schon früher erwähnt) nicht blasig werden. Statt einer vollständigen Auflösung der Guttapercha gelingt es auch dieselbe nutzbar zu machen, indem man sie, nachdem sie mit kaustischer Soda ausgekocht ist, mit einem Lösungsmittel aufquillt, zerquetscht und das Lösungsmittel bei ganz niederer Temperatur abdunsten läßt; hierauf kann die erhaltene Masse als Zusatz zu neuer Guttapercha verwendet werden.

Als Aufquellungsmittel verwendet man gewöhnlich nur sehr leicht flüchtige Substanzen.

Die eben beschriebene Methode ist zwar billig und einfach, allein die auf diese Weise regenerirte Guttapercha hat einen geringeren Werth als die andere.

Wiederverwerthung der Kautschukabfälle.

So leicht die Wiedergewinnung der nicht vulcanisirten Kautschukabfälle durch einfaches Zusammenkleben auf Walzen ist, so schwer ist die Wiedernutzbarmachung der vulcanisirten Abfälle aller Art. Die große Widerstandsfähigkeit des vulcanisirten Kautschuks gegen Lösungsmittel ist bei der Regeneration des Kautschuks das schwerste zu überwindende Hinderniß. Man hat zahlreiche Methoden zur Wiederverwerthung in Vorschlag gebracht, doch lassen sich alle diese verschiedenen Methoden in drei Kategorien eintheilen.

1. Mechanische Zerkleinerung der Kautschukabfälle und Verwendung des erhaltenen Pulvers als Zusatz bei der Verarbeitung neuen Kautschuks.

2. Erhitzen der vulcanisirten Kautschukabfälle bis zum Schmelzen und Verwenden der erhaltenen pechartigen Kautschukmasse als Beimischung.

3. Theilweise Entschweflung des Kautschuks und Auflösen in geeigneten Lösungsmitteln, Verdampfen des Lösungsmittels und Benutzung des erhaltenen Rückstandes.

Die Wiederverwerthung der Kautschukabfälle durch mechanische Zerkleinerung ist als die älteste der Gewinnungsmethoden zu bezeichnen. Schon Goodyear empfahl die Abfälle in einem Holländer zu mahlen, dann mit reinem zerkleinertem Kautschuk zu mischen, die entsprechende Menge Schwefel zuzusetzen und die Masse zur Herstellung von neuen Kautschukartikeln zu verwenden. Statt des Mahlens auf einem Holländer quetscht man auch in neuerer Zeit die Guttapercha auf Walzen und bedient sich dazu meistens ganz ähnlicher Walzen wie die Waschwalzen. Die Walzen werden sehr eng gestellt und dann die klein zerschnittenen Kautschukabfälle zwischen die Walzen geworfen. Wesentlich erleichtert wird dieser Proceß, wenn man die Kautschukabfälle in einem geschlossenen Gefäß mit Benzin befeuchtet und 24 bis 36 Stunden lang ganz gelinde erhitzt; das Kautschuk quillt dann zu seinem drei- bis vierfachen Volumen auf und läßt sich nachher auf enggestellten Walzen zu einem sehr feinen Pulver zermahlen.

Das so erhaltene Kautschukpulver wird als Zusatz bei der Herstellung neuer Gummiwaaren benutzt.

Man verwendet es namentlich zur Herstellung der billigeren Kautschukwaaren, wie Bälle, Matten, Läufer. Es dient hauptsächlich als Füllmaterial, hat aber den mineralischen Stoffen gegenüber den Vortheil, daß es elastischer ist. Bei seiner Verwendung muß darauf Rücksicht genommen werden, daß man den Schwefelzusatz auf die Quantität reinen Kautschuks etwas vermindert, da der in dem Kautschukpulver vorhandene überschüssige Schwefel zur Geltung kommt.

Bei der zweiten Verwerthungsmethode schmilzt man die zerschnittene Kautschukmasse in einem Kessel über offenem Feuer. Man erhält das Kautschuk hierbei als eine pechartige, äußerst klebrige Masse, die in der kalten Zeit zu einem festen Klumpen erstarrt, während sie in der warmen Jahreszeit zäh, beinahe halbflüssig ist.

Um ein möglichst gutes Fabrikat zu erzielen, muß das Schmelzen bei niederer Temperatur ausgeführt werden.

Man benutzt die erhaltene Kautschukmasse gemischt mit anderen Stoffen, wie Leinöl ꝛc., zum Herstellen von wasserdichten Geweben, oder mischt sie mit reinem Kautschuk und benutzt sie zum Gummiren der als Einlage zu Schläuchen ꝛc. verwendeten Leinwand. Die Klebrigkeit, die sonst ein Hinderniß bei der Verwendung bildet, hat in diesem Falle den Vortheil, daß sie Einlage und Gummimasse möglichst innig miteinander verbindet.

L. Heyer (D. R.-P. 9910) schließt die Kautschukabfälle zwischen Siebe ein, unter denen Wasserdampf entwickelt wird und über welchen ein Feuer angebracht ist. Das Kautschuk soll schmelzen und der Schwefel sich verflüchtigen. Die abfließende Kautschukmasse soll sich besonders zur Herstellung von wasserdichten Stoffen [1]) eignen. Wir zweifeln, daß sich der Schwefel auf diese Weise durch

---

[1]) Bei der Anfertigung wasserdichter Stoffe ist gerade die Klebrigkeit von großem Nachtheil, da die Stoffe, wenn sie nicht mit einem sehr guten Lack überzogen wer-

Verflüchtigung entfernen läßt; bei einer Temperatur, bei welcher eine Verflüchtigung des Schwefels stattfindet, tritt auch eine vollständige Zersetzung des Kautschuks ein.

Die Auflösung der Kautschukabfälle in den geeigneten Lösungsmitteln und die Wiedergewinnung daraus durch Verdampfen des Lösungsmittels muß entschieden als diejenige Methode, die das brauchbarste Product liefert, bezeichnet werden.

Hindernd im Wege stehen nur dieser Methode die große Widerstandsfähigkeit des Kautschuks gegen Lösungsmittel und die Kostspieligkeit des Verfahrens.

Von den in Vorschlag gebrachten Auflösungsmethoden wollen wir einige der wichtigeren kurz beschreiben.

Newton will die Abfälle von Kautschuk dadurch entschwefeln, daß er sie 2 bis 14 Tage lang in Camphin [1]) einweicht [2]).

Sind die Abfälle gehörig durchgeweicht, so sollen sie in einer Blase auf 65 bis 71° C. erhitzt und das verdampfende Camphin wieder ersetzt werden. Zweckmäßig setzt man darauf der Masse 15 bis 25 Proc. Aether und 25 Proc. Weingeist zu.

Das Erhitzen soll so lange fortgesetzt werden, bis die Abfälle ihren natürlichen Zustand wieder erlangt haben, wozu meistens eine bis zwei Stunden erforderlich sind. Der Zusatz des Weingeistes soll die Klebrigkeit aufheben. Das Lösungsmittel soll durch Destillation in der Blase wieder gewonnen werden.

Wir können bei dieser Methode nicht recht begreifen, wie durch Einlegen in Camphin Entschweflung bewirkt werden soll, da höchstens der Schwefel aus dem Kautschuk gelöst, aber nicht von ihm getrennt werden kann.

Verfasser dieses ließ sich mit H. Lipmann 1874 in England ein Verfahren der Wiederverwerthung von Kautschukabfällen patentiren, dessen Beschreibung wir hier geben. Die zerschnittenen Kautschukabfälle werden zuerst gewaschen, dann in einer fünf- bis zehnprocentigen kaustischen Sodalösung einige Zeit gekocht, darauf vollkommen getrocknet und in einem verschlossenen Gefäß, das mit einem Dampfmantel versehen, erhitzt werden kann, mit Benzin, Terpentin oder anderen geeigneten Lösungsmitteln bei 80 bis 100° C. so lange digerirt, bis eine vollständige Lösung stattgefunden hat.

Will man ein von mineralischen Beimengungen möglichst freies regenerirtes Kautschuk erhalten, so läßt man die Masse absitzen und trennt durch Decantation, event. Filtration, die sich am Boden ablagernden, in dem Kautschuk enthalten gewesenen mineralischen Substanzen, von der Lösung. Die letztere wird in einer Destillirblase, entweder mit directem oder indirectem Dampf

---

den, leicht zusammenkleben und dann beim Auseinandernehmen die Kautschukmasse abreißt.

[1]) Unter dem Namen Camphin kommt zuweilen reines Terpentinöl in den Handel, welches durch Rectificiren des rohen Oels über Kalk und Chlorkalk gereinigt ist. Zuweilen wird auch eine Lösung von solchem gereinigtem Terpentinöl in 3 Vol. Alkohol von 0,820 specifischem Gewicht so bezeichnet.

[2]) Mit Schwefel- oder Schwefelbleiverbindungen vulcanisirte Abfälle sollen der Einwirkung des Camphins länger widerstehen.

abdestillirt und durch Zusatz von geeigneten Substanzen die etwa stattfindende Vulcanisation verhindert.

Sieht man weniger auf ein vollständig reines Product, so kann man die ganze Masse, wie sie in dem Digerirtopf erhalten wird, der Destillation unterwerfen. Die Abdampfung des Lösungsmittels muß so vollständig als möglich geschehen, damit bei der späteren Verwendung der Masse keine blasigen Stellen bei den hergestellten Waaren auftreten. Die Verdampfung des Lösungsmittels muß bei möglichst niederer Temperatur bewerkstelligt werden.

Bei der Verarbeitung empfiehlt es sich immer, Gummiabfälle von möglichst gleichmäßiger Beschaffenheit gemeinsam zu verwenden. Je feiner zerkleinert die Kautschukabfälle in den Digerirtopf kommen, desto leichter und rascher findet eine Lösung statt und ist es deshalb zweckmäßig, den vorher beschriebenen Aufquellungs- und Zerquetschungsproceß mit diesem Verfahren zu combiniren.

Verfasser dieses ist gegenwärtig noch bemüht, das Verfahren zu vereinfachen und hofft bald Näheres darüber mittheilen zu können.

Ch. A. Burghard, Th. Rowlay und A. C. Salomonson[1]) ließen sich für England folgendes Verfahren patentiren: Die Abfälle werden mit Salzsäure in der Wärme behandelt, um Webstoffe und dergleichen zu zerstören und Zink und andere Metalloxyde, die als Beimischungen im Kautschuk enthalten sind, zu lösen. Das so gereinigte Kautschuk wird dann in Petroleum, Schwefelkohlenstoff, Leinöl, Benzol und dergl. unter Anwendung von Wärme gelöst und die Lösung abgedampft. Ist Leinöl angewandt worden, so erfolgt eine Behandlung mit Alkali. Das nach dem Verdampfen des Lösungsmittels zurückbleibende Kautschuk soll von Neuem vulcanisirt werden.

Aus der oben erhaltenen Säurelösung werden Zink, Blei ꝛc. als Carbonate gefällt. Der erhaltene Niederschlag wird geschlemmt und daraus kohlensaures Zink- und kohlensaures Bleioxyd in wiederverwendbarem Zustande erhalten.

Neu an dieser Methode ist nur die Behandlung mit Salzsäure, um leinene und baumwollene Gewebe zu zerstören und die Metalloxyde durch Auflösen aus dem Kautschuk zu entfernen.

Die Behandlung der Gummiabfälle mit Schwefelsäure und Salzsäure bei einem Dampfdruck von $3^1/_2$ bis 5 kg per Quadratcentimeter in einem speciell dazu construirten Apparate ließ sich Nathaniel Chapman Mitchel[2]) patentiren. Der bei diesem Verfahren in Verwendung kommende Apparat ist in Fig. 93 (a. f. S.) dargestellt.

A ist ein Kasten, der mit abnehmbaren Deckeln *B* versehen ist; Kasten wie Deckel sind mit Blei ausgefüttert, damit sie von der Säure nicht angegriffen werden. Auf dem Boden des Kastens befindet sich ein durchlöchertes Rohr *a*, in welchem ebenfalls durchlöcherte Querrohre münden. Das erstere endigt in ein Verticalrohr *b*, welches durch einen Deckel austritt. Die Röhre *b* ist mit der

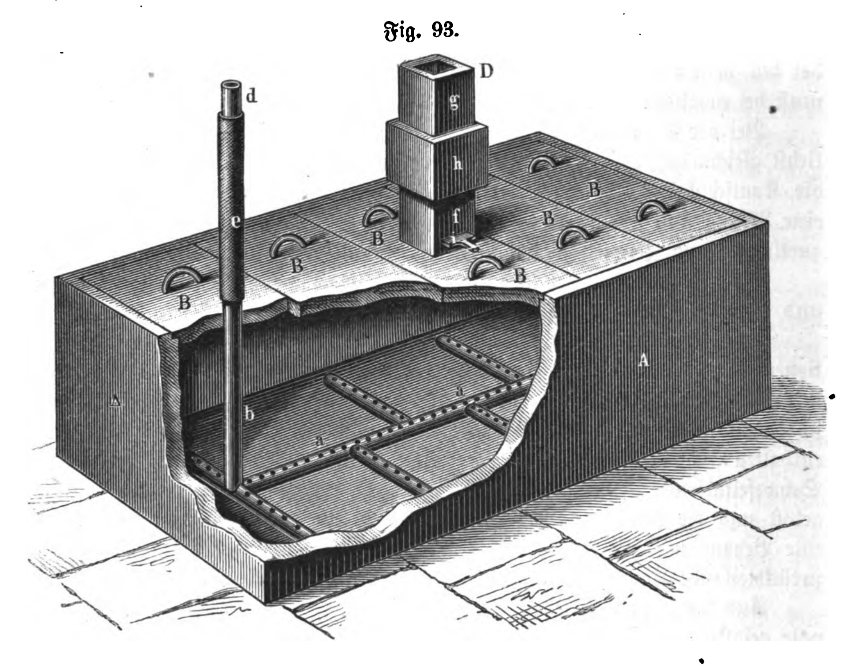
---

[1]) Berichte d. deutsch. chem. Ges. 1879, S. 1363; Chem. Industrie 1879, Nr. 6, S. 206.

[2]) D. R.-P. Nr. 18136, 22. November 1881.

Zuflußröhre *d* durch ein Zwischenstück *e* aus Gummi verbunden, welches abgenommen werden kann, wenn man die Deckel *B* abnehmen will. *D* ist ein Rohr zur Entfernung der Dämpfe, welches aus zwei Theilen *f* und *g* besteht. Der Theil *f* ist mit einem Deckel *B* fest und mit dem festen Theil *g* vermittelst eines

Fig. 93.



beweglichen Zwischenstücks *h* verbunden. — Wenn man das Stück *h* auf den Theil *g* schiebt, kann man den Kasten fortbewegen. Ein Schieber *i*, der aus einer Bleiplatte besteht, dient dazu, das Entweichen der Dämpfe zu reguliren.

Bei der Ausführung der Operation wird die Säure auf den Boden des Gefäßes *A* gebracht und die Gummiabfälle werden darauf gelegt; alsdann wird, nachdem die Deckel *B* darüber gedeckt sind, Dampf mit einem Druck von $3^1/_2$ bis 5 kg per Quadratcentimeter durch die Röhre *a* und ihre Abzweigungen eingeleitet, welcher durch die Löcher austritt und die Säure erhitzt. Diese Behandlung der Abfälle dauert je nach der Beschaffenheit der letzteren eine bis 5 Stunden. Man erhält nach Beendigung des Processes eine dickflüssige Masse, welche nach ihrer Entfernung aus dem Gefäß *A* einem Reinigungsverfahren in einer Waschmaschine unterworfen wird, um das Gummi von den fremden Bestandtheilen und der Säure zu trennen.

Das so wiedergewonnene Kautschuk wird vollständig getrocknet und dann durch Walzen geleitet und weiter verarbeitet.

Stärke und Menge der zur Verwendung kommenden Säure richtet sich danach, ob in den Abfällen viel oder wenig Beimischungen von Fasern ꝛc. enthalten sind. Gewöhnlich wendet man Schwefelsäure oder Salzsäure an. Man

rechnet auf 1000 kg Abfälle 300 bis 500 kg Schwefelsäure von 66° Bé., oder 400 bis 750 kg Salzsäure.

Bei Gummiabfällen mit festen, dicken Geweben und Fäden wird zur leichteren Zerstörung dieses Gewebes ein Zusatz von Fluorwasserstoffsäure von 1/2 Proc. des Gewichts der angewandten Schwefel- oder Salzsäure empfohlen; dieser Zusatz ist nach unserer Ansicht ganz überflüssig.

Durch die Wirkung der Schwefel- oder Salzsäure werden die vegetabilischen Fasern zerstört, so daß sie sich zu Pulver zerreiben lassen, während Zinkoxyd und Bleiweiß, die als Beimischungen bekanntlich häufig in dem Gummi enthalten sind, in die betreffenden Sulfate bezugsweise Chloride übergeführt werden. Von den Säuren soll sich der Billigkeit wegen die Schwefelsäure empfehlen, während Salzsäure da empfohlen wird, wo es sich um die Herstellung eines möglichst reinen Gummis handelt.

Um Gummiabfälle, welche in Form von dicken Klumpen verarbeitet werden sollen, zu behandeln, bringt man in das Gefäß *A* etwa 18 kg Benzin auf 1000 kg Abfälle.

Hat man Benzin in das Gefäß *A* gebracht, dann wird der Schieber *i* des Abzugrohres *D* so lange geschlossen, bis das Benzin verflüchtigt ist, worauf er wieder geöffnet wird.

Bei Gummiabfällen, welche 5 bis 15 Proc. Schwefel enthalten, werden nur die Beimischungen entfernt und ist deshalb die wiedergewonnene Gummimasse noch in vulcanisirtem Zustande.

Nach unserer Ansicht empfiehlt sich diese Behandlung der Abfälle nur in solchen Fällen, wo die Gummiabfälle mit vegetabilischen Fasern, Gewebsfasern ꝛc. gemischt wird.

Wenn das so gewonnene Gummi nicht entschwefelt wird, so dient es mehr oder weniger als Füllmaterial, ist aber dem gemahlenen insofern vorzuziehen, als es ein geringeres specifisches Gewicht hat als dieses.

Ein Nachtheil, den alle aus regenerirtem Kautschuk gefertigten Gummiwaaren zeigen, ist der unangenehme Geruch, der schwer zu entfernen ist und sich bei der Verwendung des Kautschuks noch überträgt. Dadurch wird die Benutzung des regenerirten Kautschuks wesentlich beeinträchtigt.

Nicht unerwähnt soll bleiben, daß es bis jetzt noch nicht gelungen ist, die Hartgummiabfälle aufzulösen und dadurch wieder vortheilhaft nutzbar zu machen; dieselben widerstehen, selbst bei ganz langer Einwirkung allen bis jetzt bekannten Lösungsmitteln. Um sie verwendbar zu machen, pulverisirt man sie oder setzt sie in geschmolzenem Zustande der Kautschukmasse zu.

Untersuchungen der in der Kautschuk- und Guttaperchafabrikation vorkommenden Rohmaterialien und fertigen Producte.

Specielle Untersuchungsmethoden für die Werthbestimmung der in der Kautschuk- und Guttaperchafabrikation verwendeten Stoffe, wie der erzeugten

Producte sind bis jetzt in der chemisch-technischen Literatur noch nicht beschrieben worden. Wenn wir es daher unternehmen, auf Grund einzelner Erfahrungen Untersuchungsmethoden in Vorschlag zu bringen, so hoffen wir, daß diese Methoden, insofern sie noch lückenhaft sind, bald durch die Praxis ergänzt werden.

In der Kautschuk- und Guttaperchaindustrie hält man sich noch immer beim Einkauf der Roh- und fertigen Producte an das Aussehen der Waaren oder stützt sich mehr oder weniger auf die Reellität des Verkäufers.

Wie trügerisch sich diese beiden Maßstäbe bei der sachlichen Beurtheilung erweisen, braucht hier nicht näher ausgeführt zu werden. Man hat deshalb auch in der letzten Zeit angefangen, durch Bestimmung des specifischen Gewichts der fertigen Kautschukwaaren, wenigstens einen sicheren Anhaltspunkt in Bezug auf die Qualität zu gewinnen. Wenn diese Werthbestimmung für sich allein auch noch als sehr unvollkommen bezeichnet werden muß, so bietet sie doch leicht zu gewinnende Anhaltspunkte, um die Qualität annähernd beurtheilen zu können.

Ist auf diesem Wege bereits der erste Schritt gethan, so ist es heute die Aufgabe der chemischen Technologie, solche Werthbestimmungsmethoden aufzufinden, die bei leichter und rascher Ausführung eine exacte Beurtheilung der Qualität gestatten.

Um diesen Untersuchungen von vornherein einen praktischen Werth zu verleihen und Differenzen zu vermeiden, ist es von besonderer Wichtigkeit, daß sich die Fachgenossen über eine bestimmte Methode einigen und diese alsdann zur Normalmethode erheben.

A. Untersuchung des Rohkautschuks.

Wie schon bei der Beschreibung des Rohkautschuks hervorgehoben wurde, kommt dasselbe mit einem wechselnden Wassergehalt und häufig verunreinigt mit Steinen, Erde und anderen Beimischungen, die entweder in betrügerischer Absicht zugesetzt, oder bei der Gewinnung zufällig hineingekommen sind, im Handel vor. Meistens erkennt man diese mechanisch beigemischten Verunreinigungen im Kautschuk beim Zerschneiden der einzelnen Stücke. Andere Verunreinigungen als die eben erwähnten kommen im Kautschuk nicht vor, während die Guttapercha, wie wir weiter unten sehen werden, nicht selten mit anderen Gummiharzen verfälscht im Handel vorkommt. Die chemisch-technische Werthbestimmung des Kautschuks kann sich nur auf die Bestimmung des Wassergehalts, der mechanisch beigemengten Substanzen und des Aschengehaltes erstrecken, während bei der Guttapercha meist diesen Untersuchungen auch eine Prüfung auf beigemischte Harze folgen muß.

Die größte Schwierigkeit bei der Untersuchung ist die Erlangung einer richtigen Durchschnittsprobe. Wie eine solche am zweckmäßigsten zu nehmen ist, muß mehr oder weniger dem subjectiven Ermessen anheim gegeben werden.

Wir glauben, daß sich auf folgende Weise wohl annähernd richtige Durchschnittsproben erlangen lassen:

1. Durch Abschneiden verschiedener Stücke von Kautschuk oder Guttapercha vom äußeren und inneren Theile der Blöcke oder Stücke.

2. Durch Auswalzen der Stücke und Probeentnahme an verschiedenen Stellen solcher ausgewalzten Stücke.

Wasserbestimmung.

Kautschuk sowie Guttapercha halten das in ihren Poren eingeschlossene Wasser mit Hartnäckigkeit zurück und genügt daher nicht bloßes Trocknenlassen bei 100 bis 105° C., um das Wasser daraus zu entfernen.

Am zweckmäßigsten walzt man die zu untersuchende Probe auf einer kalten Walze zu einer dünnen Platte aus. Ungefähr 10 g dieser dünnen Kautschuk- oder Guttaperchaplatte werden sofort nach dem Auswalzen abgewogen und dann in einem Luftbade auf einem Uhrglas [1]) bei 110 bis 112° C. so lange getrocknet, bis sich keine Gewichtsabnahme mehr zeigt.

Bestimmung der mechanischen Verunreinigungen.

Die dem Kautschuk oder der Guttapercha beigemischten Verunreinigungen sind entweder organische oder anorganische Substanzen; ihre qualitative Beschaffenheit ergiebt sich meistens schon beim Zerschneiden und der Besichtigung der Stücke. Sind die Beimischungen so grober Natur, wie sie bei manchen afrikanischen Sorten vorkommen (indem z. B. größere Steine und Holzstückchen in den Kautschuk- und Guttaperchablöcken eingeschlossen sind), so muß natürlich von einer analytischen Bestimmung solcher Verunreinigungen Abstand genommen werden und bleibt in solchen Fällen die Entscheidung der Werthbestimmung der praktischen Beurtheilung überlassen.

Sind dagegen die mechanischen Beimischungen als Sand 2c. in der Kautschuk- oder Guttaperchamasse mehr oder weniger gleichmäßig vertheilt, so kann eine analytische Bestimmung vorgenommen werden.

Die anorganischen Substanzen können leicht durch Einäscherung einer abgewogenen Menge Kautschuk oder Guttapercha in einem Platintiegel bestimmt werden. Um die Asche möglichst frei von Kohle zu erhalten, setzt man, wenn nach längerem Glühen noch Kohle zurückbleibt, vorsichtig kleine Mengen von salpetersaurem Ammon zu.

---

[1]) Man bedient sich dazu zweckmäßig zweier aufeinander geschliffener Uhrgläser, die durch eine Klammer zusammen gehalten werden und vorher genau gewogen worden sind. Die kleinen zu untersuchenden Kautschukblättchen werden auf eines der Uhrgläser gelegt und dieses offen in den Trockenschrank gestellt. Nach einiger Zeit nimmt man das Uhrglas mit der Probe sorgfältig heraus, verschließt es mit dem zweiten Glase und der Klammer, stellt das Ganze unter den Exsiccator, läßt erkalten und wägt. Sobald das Gewicht mehrmals constant bleibt, ist der Versuch beendet.



Organische und anorganische Substanzen können zusammen bestimmt werden durch Auflösung einer bestimmten Menge (etwa 10 g) Kautschuk bei gelinder Wärme in Terpentinöl. Der nach längerem Digeriren unlöslich bleibende Rückstand wird mit Terpentinöl öfters gewaschen, bis alles Kautschuk gelöst ist und dann das Terpentinöl durch Waschen mit Chloroform oder Aether entfernt. Der erhaltene Rückstand wird bei mäßiger Wärme getrocknet und gewogen.

Wird der Rückstand eingeäschert und geglüht, so erhält man die in dem Kautschuk enthalten gewesenen anorganischen Substanzen als Aschenrückstand.

Um Guttapercha von Beimischungen zu trennen, empfiehlt es sich, statt Terpentinöl Chloroform oder Schwefelkohlenstoff zu verwenden.

Wie schon oben erwähnt, werden der Guttapercha namentlich von den Chinesen andere Pflanzenharze, die von geringem Werthe sind, beigemischt, vornehmlich wird der eingetrocknete Saft eines Baumes (Getah Malabëoga), der von Palembang importirt wird, dazu verwendet.

Die Erkennung und Entfernung solcher Harze aus der Guttapercha, besonders wenn sie nicht in zu großer Menge zugesetzt sind, ist sehr schwierig.

Nach Adriani, der eine mit Getah verfälschte Guttapercha untersuchte, hat dieselbe eine losere Structur, eine mehr graue Farbe und einen anderen Geruch als die echte Guttapercha.

Die Getah selbst wird in warmem Wasser weich und klebrig; mit kochendem Wasser giebt sie eine neutral reagirende Emulsion, welche durch Weingeist coagulirt wird. Beim Kochen mit Weingeist wird sie klebrig, wobei der Weingeist eine weiße, wachs- und harzartige Masse auszieht. Beim Lösen in Chloroform bleibt ein Rückstand, der aber wahrscheinlich aus Ruß besteht. Bei 170° schmilzt die Getah, bei höherer Temperatur zersetzt sie sich. Eine Trennungsmethode der Getah von der Guttapercha ist bis jetzt noch nicht bekannt; man muß sich daher hauptsächlich bei Beurtheilung auf das äußere Aussehen und die physikalischen Eigenschaften derselben beschränken.

Das Wissenswertheste über die Untersuchung der übrigen in der Kautschuk- und Guttaperchafabrikation zur Verwendung kommenden Stoffe haben wir bereits bei der Besprechung der einzelnen Stoffe selbst mitgetheilt.

Untersuchung der fertigen Kautschuk- und Guttaperchawaaren.

Die Untersuchung der fertigen Kautschukwaaren beschränkt sich meistens auf die Bestimmung des specifischen Gewichts. Höchst selten wird eine vollständige Analyse ausgeführt.

Bei Beurtheilung des Werthes einer Kautschuksorte nach dem specifischen Gewichte geht man von der nicht ganz richtigen Voraussetzung aus, daß je geringer das specifische Gewicht ist, desto weniger Beimischungen dem Fabrikat zugesetzt seien.

Ganz reine Mischungen von Kautschuk mit 8 bis 10 Proc. Schwefel haben ein etwas geringeres specifisches Gewicht als Wasser.

Durch Zusatz von mineralischen Substanzen wird das specifische Gewicht erhöht [1]).

Durch die Bestimmung des specifischen Gewichts ist ein Mittel an die Hand gegeben, um annähernd die Quantität der mineralischen Beimischungen zu bestimmen; jedoch gestattet diese Untersuchungsmethode keinen Schluß, ob die Qualität des Kautschuks nicht durch Zusatz von solchen Beimischungen verschlechtert worden ist, die ein specifisches Gewicht von 1,0 oder weniger als 1,0 haben, oder die beim Mischen mit Kautschuk und Vulcanisiren ihr Volumen vergrößern.

Als solche Beimischungen sind: eingedicktes Leinöl, Paraffin und andere aus Fetten ꝛc. hergestellte Surrogate zu bezeichnen, die, wie schon oben erwähnt, in neuerer Zeit in erheblichem Maße bei der Kautschukfabrikation verwendet werden. Wenn schon die qualitative Nachweisung dieser Stoffe in den Kautschuk- und Guttaperchawaaren mit außerordentlicher Schwierigkeit auszuführen ist, so stößt die quantitative Bestimmung derselben auf fast unüberwindliche Hindernisse.

Nach unserer Ansicht genügt zur Beurtheilung der Qualität eines Kautschukfabrikates die Feststellung folgender Thatsachen:

1. Specifisches Gewicht.
2. Bestimmung des Aschenrückstandes (Untersuchung der Asche auf ihre näheren Bestandtheile).
3. Verhalten des Kautschuks gegen concentrirte Alkalien und gegen Lösungsmittel.
4. Mechanische Prüfung des Kautschuks auf das Zerreißungsvermögen bei einer bestimmten Belastung.

Bestimmung des specifischen Gewichts.

Um eine sorgfältige Bestimmung des specifischen Gewichts vornehmen zu können, bedient man sich am besten eines Pyknometers.

Die zu untersuchende Kautschukprobe wird mit dem Messer in kleine Stückchen geschnitten und in bekannter Weise das specifische Gewicht bestimmt [2]).

---

[1]) Wir machen noch aufmerksam auf die früher mitgetheilte Tabelle von James Syme, besonders aber auf die dort angeführte Thatsache, daß das Paragummi beim Vulcanisiren ein geringeres specifisches Gewicht bekommt und sein Volumen zunimmt, während bei anderen Sorten, namentlich solchen, die viel mineralische Beimischungen enthalten, das specifische Gewicht zu- und das Volumen abnimmt.

[2]) Bei Bestimmung des specifischen Gewichts verfährt man am zweckmäßigsten in folgender Weise: Das Pyknometer wird zuerst leer gewogen, dann mit Wasser gefüllt, wieder gewogen, dann ein Theil des Wassers aus dem Pyknometer entfernt und die genau abgewogenen Kautschukstückchen hinein gebracht. Hierauf das Pyknometer bis zur Marke mit Wasser gefüllt und wieder gewogen. Aus der Verminde-



Eine andere Bestimmungsmethode des specifischen Gewichts, wenn sie auch keine so genauen Resultate liefert, eignet sich wegen ihrer raschen und leichten Ausführbarkeit für den technischen Betrieb.

Verfasser dieses bedient sich zur Ausführung dieser Methode einer Anzahl Glasstandcylinder, welche Flüssigkeiten von verschiedenen specifischen Gewichten enthalten. Die mit Nummern versehenen Cylinder bilden eine Scala von specifischen Gewichten, die bei den einzelnen Cylindern entweder um je 0,25 oder um 0,05 verschieden ist. Als Flüssigkeit dient eine concentrirte Auflösung von Chlorcalcium in Wasser, die man zweckentsprechend bis zu dem gewünschten specifischen Gewicht verdünnt.

Verfasser hat sich folgende Scala hergestellt:

		Specif. Gewicht
1.	Cylinder enthielt reines Wasser	= 1,000
2.	„ „ Wasser mit Chlorcalcium . . .	= 1,025
3.	„ „ „ „ „ . . .	= 1,050
4.	„ „ „ „ „ . . .	= 1,075
5.	„ „ „ „ „ . . .	= 1,100
6.	„ „ „ „ „ . . .	= 1,125
7.	„ „ „ „ „ . . .	= 1,150
8.	„ „ „ „ „ . . .	= 1,175
9.	„ „ „ „ „ . . .	= 1,200

und so fort, je nach Bedürfniß, bis zu 1,40 specif. Gewicht.

Specifisch schwerere Lösungen als 1,40 lassen sich mit Chlorcalcium nicht herstellen und eignet sich diese Methode daher nur für Kautschuksorten, die kein höheres specifisches Gewicht als 1,40 haben.

Um das specifische Gewicht zu ermitteln, bringt man Kautschukstückchen in die verschiedenen Flüssigkeiten und beobachtet, in welchem Cylinder sie nach einiger Zeit, wenn die an der Oberfläche haftenden Luftbläschen entfernt sind, ohne unter zu sinken in der Flüssigkeit schwimmen. Das specifische Gewicht der Flüssigkeit ist dann gleichzeitig dasjenige des Kautschuks.

---

rung oder Vermehrung des Gewichts erfährt man durch eine einfache Rechnung das specifische Gewicht.

Als Beispiel diene folgende Rechnung.

Nehmen wir an, das Gewicht des leeren Pyknometers sei 10 g, das Gewicht des mit Wasser gefüllten sei 110 g, Wasser = 100 g, das Gewicht der abgewogenen Kautschukmasse sei 5 g, Gewicht des Pyknometers mit Wasser und Kautschukstückchen gefüllt 111 g; also hat eine Gewichtszunahme von 1 g stattgefunden.

Man theilt das erhaltene absolute Gewicht des Kautschuks, also 5, durch das Gewicht des von dem Kautschuk verdrängten Wassers. Da nun zuerst 100 g Wasser im Pyknometer waren, bei der zweiten Wägung aber 111 — 5 = 96 g Wasser, so haben 5 g Kautschuk 100 — 96 = 4 g Wasser verdrängt, das specifische Gewicht des Kautschuks ist demnach $\frac{5}{4} = 1{,}250$.

Um möglichst genaue Resultate zu erhalten, muß man darauf achten, daß im Pyknometer keine Luftblasen zurückbleiben, was sehr leicht durch die an der Substanz adhärirende Luft geschieht und bei genaueren Bestimmungen die Temperatur mit in Rechnung ziehen.

Bestimmung der Aschenbestandtheile.

Um die mineralischen Beimischungen des Kautschuks zu bestimmen, äschert man 3 bis 4 g in einer Platinschale vorsichtig ein. Um die Asche möglichst weiß und frei von Kohle zu erhalten, empfiehlt es sich, kleine Mengen salpetersaures Ammon vorsichtig zuzusetzen, um die Oxydation zu beschleunigen.

Der in dem Kautschuk enthaltene Schwefel wird bei der Einäscherung theilweise verflüchtigt und zu schwefliger Säure verbrannt; theilweise kann er auch an Metalle gebunden als Schwefelmetall oder, wenn Kalk zugegen war, als Schwefelcalcium in der Asche wieder gefunden werden.

Wie die Bestimmung des Gesammtgehalts an Schwefel ausgeführt wird beschreiben wir weiter unten.

Die erhaltene Asche wird gewogen und dann nach dem gewöhnlichen analytischen Gang auf ihre näheren Bestandtheile qualitativ untersucht.

Eine quantitative Bestimmung der in der Asche vorkommenden einzelnen Bestandtheile wird in bekannter Weise vorgenommen. Meistens bestehen die mineralischen Beimischungen aus Zinkoxyd, Talkum, Schwerspath, Kreide, Eisenoxyd.

Wir geben hier die Resultate von einigen Untersuchungen, die Hasenklever vorgenommen hat. Die Zahlen zeigen gleichzeitig, wie bei Zunahme des specifischen Gewichts auch der Aschengehalt steigt.

Aschengehalt	Specif. Gewicht	
0,66	0,98	sehr gute Röhren.
2,83	0,99	
2,00	1,05	Röhren gewöhnlicher Art.
19,00	1,20	grauschwarz, geringe Sorte.
24,60	1,17	grauschwarz, leicht ritzbar aber elastisch.
25,00	1,20	
34,30	1,26	grau, sehr schlecht.
38,60	1,52	roth, nach kurzer Zeit zerbrechlich, sehr schlecht.

Die Asche bestand aus Eisenoxyd, Zinkoxyd und Kreide; in den rothen Röhren herrschte das Eisenoxyd vor.

Bestimmung des Schwefels.

Eine genaue Bestimmung des Schwefels in dem vulcanisirten Kautschuk ist eine außerordentlich schwere Aufgabe der analytischen Chemie, und zwar hauptsächlich deshalb, weil sich der Schwefel in Form von Schwefelmetallen, schwefelsauren Salzen &c. in dem Kautschuk vorfindet.

Nach unseren Ansichten verfährt man dabei am zweckmäßigsten in folgender Weise:

1 bis 1,5 g fein zerkleinerten Kautschuks werden mit der sechsfachen Menge Salpeter und der sechsfachen Menge kohlensaurem Natronkali gemischt, in einem Porzellantiegel vorsichtig geschmolzen. Der in dem Kautschuk enthaltene Schwefel wird dabei oxydirt und geht in Schwefelsäure über, die sich mit einer Basis vereinigt. Findet man, daß nach 10 Minuten langem Schmelzen die Masse noch schwarz und unoxydirt erscheint, so fügt man in kleinen Quantitäten neue Mengen Salpeter hinzu. Die Schmelze wird in Wasser gelöst filtrirt, mit Salzsäure angesäuert und die Schwefelsäure mit Chlorbarium in bekannter Weise gefällt [1]).

Waren keine schwefelsauren Salze, wie Gyps oder Schwerspath, als Beimischungen im Kautschuk enthalten, so kann aus der gefundenen Menge schwefelsaurem Baryt die in dem Kautschuk enthalten gewesene Menge Schwefel berechnet werden.

Sind schwefelsaure Salze in der Asche enthalten, so müssen diese zuerst bestimmt und in Abzug gebracht werden.

Zur Bestimmung der in der Asche enthaltenen Schwefelmetalle und schwefelsauren Salze verfährt man am besten in folgender Weise:

5 bis 10 g fein zerschnittenes reines Kautschuk werden in der 8- bis 10fachen Menge wasserfreien Terpentinöls oder schwefelfreien Kautschuköls 6 bis 8 Tage lang bei 60 bis 70° C. digerirt, bis sich das Kautschuk vollständig gelöst hat; dann durch Filtration von dem unlöslichen Rückstand getrennt, letzterer mehrmals mit Terpentinöl, schließlich mit Schwefelkohlenstoff zur Entfernung etwaigen mechanisch ausgeschiedenen Schwefels gewaschen.

Der Rückstand enthält alle mineralischen und etwa nicht löslichen organischen Beimischungen; die vorhandenen Schwefelmetalle und schwefelsauren Salze können dann durch Schmelzen mit kohlensaurem Natronkali und Salpeter in lösliche schwefelsaure Salze übergeführt und die Schwefelsäure in bekannter Weise bestimmt werden.

Will man noch eine Trennung der Schwefelmetalle von den schwefelsauren Salzen haben, so wird diese in bekannter Weise ausgeführt.

Der durch Auflösen mit Terpentinöl erhaltene Rückstand kann auf organische und anorganische Substanzen, z. B. Stärke, gemahlener Kork, Lederabfälle rc. qualitativ, event. auch quantitativ geprüft werden.

Das Schwefelantimon, welches, wie schon früher erwähnt, häufig zum Vulcanisiren und Färben der Kautschukwaaren verwendet wird, bleibt beim Einäschern des Kautschuks als schwarzes Schwefelantimon zurück und kann darin nach Auflösen in Salzsäure unter Zusatz von etwas Salpetersäure und Fällen mit Schwefelwasserstoff als Schwefelantimon nachgewiesen und bestimmt werden.

---

[1]) Will man eine möglichst genaue Bestimmung haben, so muß der Niederschlag von schwefelsaurem Baryt nochmals mit kohlensaurem Natron umgeschmolzen und wieder gefällt werden, um den Niederschlag von mitgerissenem salpetersaurem Baryt zu befreien; oder man zieht den geglühten Niederschlag nochmals mit Salzsäure aus und wägt ihn erst dann.

Ammoniaksalze, die zuweilen dem Kautschuk besonders bei der Herstellung von porösen schwammartigen Gegenständen zugesetzt werden, können bei diesem Gang der Untersuchung leicht übersehen werden, da sie sich beim Einäschern verflüchtigen. Ihre Anwesenheit weist man am besten nach durch Glühen einer kleinen Menge des fein zerkleinerten Kautschuks mit Natronkalk.

Bei Gegenwart von Ammoniaksalzen verflüchtigt sich Ammoniak, das durch seinen Geruch und seine übrigen Eigenschaften leicht nachzuweisen ist. Die Bestimmung des Ammoniaks kann nach der Varrentrapp-Will'schen Methode in bekannter Weise geschehen.

Von Wichtigkeit für die Beurtheilung der Qualität des Kautschuks und der Guttapercha wird noch das Verhalten derselben gegen concentrirte Lösungen von Alkalien und gegen Lösungsmittel sein.

Enthält das Kautschuk oder die Guttapercha als Beimischungen Fette, Harze, Paraffin ꝛc., die nahezu ein gleiches specifisches Gewicht wie Kautschuk und Guttapercha haben und sich deshalb durch Bestimmung des specifischen Gewichts des Kautschuks nicht nachweisen lassen, so gelingt es (sobald die Fette oder Harze in erheblichem Maße zugesetzt sind) dieselben qualitativ nachzuweisen, wenn man das fein zerkleinerte Kautschuk einige Stunden lang bei 60 bis 70° C. mit Terpentinöl oder Schwefelkohlenstoff, dem 5 Proc. Weingeist zugesetzt worden sind, digerirt.

Die bei der Vulcanisation nicht veränderten Fette, Harze und Paraffin sind leichter löslich als Kautschuk und gehen deshalb theilweise in Lösung.

Beim Abdampfen des Lösungsmittels bleiben dieselben, vermischt mit einer kleinen Menge in Lösung gegangenen Kautschuks oder Guttapercha, zurück.

Behandelt man den durch Verdampfen des Lösungsmittels aus der Lösung gewonnenen Rückstand mit einer Lösung von Aetznatron oder Aetzkali, so werden Fette und Harze in lösliche Seifen übergeführt und können auf diese Weise von dem Kautschuk und Paraffin, die sich nicht verseifen, getrennt werden.

Die nähere Unterscheidung der Fette ist schwieriger und hat auch in dem vorliegenden Falle kein Interesse.

Paraffin und andere Kohlenwasserstoffe können von dem Kautschuk oder der Guttapercha in dem zuerst erhaltenen Abdampfungsrückstand durch ihre größere Löslichkeit in Benzin und Schwefelkohlenstoff nachgewiesen werden.

Für manche Kautschuk- und Guttaperchawaaren, namentlich für Riemen, wird die Bestimmung des Widerstandes gegen das Zerreißen und das Zerbrechen von Wichtigkeit für die Beurtheilung der Qualität sein.

Specielle Apparate, um den Widerstand beim Biegen des Kautschuks und der Guttapercha gegen Zerbrechen zu bestimmen, sind noch nicht construirt worden.

Vielleicht ließe sich dasselbe, ähnlich wie bei dem Leder in der Weise erreichen, daß man am Rande eines Schwungrades verschiedene Kautschuk- oder Guttaperchastücke so anbringt, daß solche bei jeder Umdrehung desselben hin- und hergebogen werden.

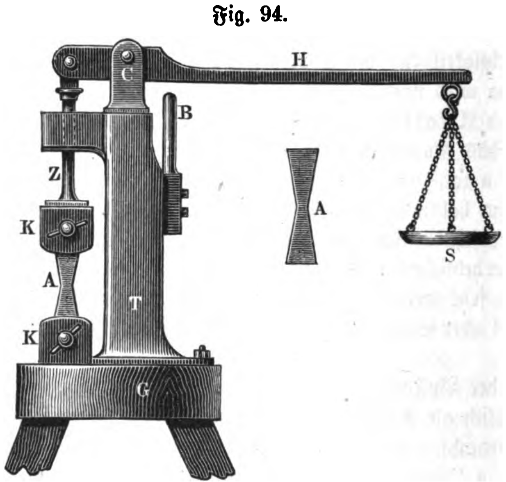
Beobachtet man nun das Verhalten der einzelnen Stücke bis zum Zeitpunkte des Zerbrechens unter gleichzeitiger Berücksichtigung der Umdrehungs-

geschwindigkeit des Schwungrades, so kann man daraus Schlüsse auf den Widerstand gegen das Zerbrechen ziehen.

Um vergleichbare Resultate zu erhalten, muß bei dieser Prüfungsmethode berücksichtigt werden, daß die zu prüfenden Stücke so an das Schwungrad befestigt werden, daß der Biegungswinkel gleich ist.

Die Prüfung auf die Festigkeit des Zerreißens gibt in vielen Fällen einen Anhaltspunkt zur Beurtheilung der Qualität. In modificirter Gestalt werden

Fig. 94.



sich hierzu solche Apparate verwenden lassen, wie sie bei der Prüfung des Leders 2c. ebenfalls in Verwendung kommen.

Das dieser Prüfung zu Grunde liegende Princip kann am besten durch obige Zeichnung Fig. 94 veranschaulicht werden; dieselbe stellt einen Apparat zur Prüfung des Leders gegen Zerreißen dar.

Bei der Construction eines solchen Apparates wäre speciell darauf Rücksicht zu nehmen, daß der Stock *T* etwas höher würde, damit das sehr dehnbare Kautschuk weit genug auseinander gezogen werden kann.

Die zu prüfenden Kautschukstücke werden am besten mittels eines Ausschlageisens genau ausgeschnitten und ihnen die Form von *A*, Fig. 94, gegeben.

Bei vergleichenden Prüfungen muß man darauf achten, daß die Dicke der Proben stets die gleiche ist. Man spannt das Kautschukstück *A* in die beiden Klammern *K*. Die obere Klammer *K* ist durch die Zugstange *Z*, welche durch eine entsprechende Oeffnung des Trägers *T* geht, mit dem Hebel *H* verbunden. Der lange Hebelarm, an dem die Wagschale hängt, verhält sich zu dem kürzeren wie 100 : 1. Man belastet die Wagschale *S* so ange, bis das Kautschuk reißt. Die aufgelegten Gewichte mit 100 multiplicirt geben die Kraft an, die zum Zerreißen nothwendig war.

Zur Beurtheilung der Gare, d. h. der richtigen Vulcanisation des Kautschuks kann nach unserer Ansicht der Grad der Deformation, die das Kautschuk-

stück durch Zusammenpressen oder Dehnen nach Wiederaufhebung des Drucks oder der Belastung erhält, dienen.

Diese Prüfungsmethode ist namentlich für solche Gegenstände wichtig, welche heftigen Druck, wie Federn für Eisenbahnwaggons und dergl. auszuhalten haben. Gut vulcanisirtes Kautschuk erfährt zwar beim Zusammenpressen eine Compression, geht aber bei Aufhebung des Drucks, ohne merkliche Abweichung auf sein früheres Volumen zurück.

Wir verweisen hierbei auf die S. 79 bei Besprechung der Eigenschaften des vulcanisirten Kautschuks mitgetheilte Tabelle.

Rentabilitätsberechnung einer Weichgummiwaarenfabrik.

Bei der Aufstellung einer Rentabilitätsberechnung für eine Gummiwaarenfabrik kann man natürlich nur von einer bestimmten Qualität mittleren Rohgummis ausgehen.

Da bei einer solchen Aufstellung, wie die nachfolgende, die Preisunterschiede der verschiedenen Rohgummisorten, sowie die Einzelpreise der fertigen Waaren keinen besonderen Ausdruck finden, so besitzen diese Zahlen nur einen allgemeinen Werth.

Die Zahlen wurden uns von dem Director einer großen Gummiwaarenfabrik mit dem Bemerken zur Verfügung gestellt, daß sie auf thatsächlichen Verhältnissen beruhen.

Für eine jährliche Production von 50 000 kg Kautschukwaaren mit einem specifischen Gewicht des Rohmaterials von 0,995 sind folgende Einrichtungen nöthig:

		Mark
2	Waschwalzwerke	3 000
1	Kalander	12 500
8	Misch- und Trockenwalzen	20 000
5	Vulcanisirkessel verschiedener Dimensionen	6 000
5	„ „ „	8 000
1	Spreader (Spreiter)	2 000
1	Schlauchmaschine	2 000
	Verschiedene Dorne für die zu fertigenden Schläuche	1 500
	Verschiedene Formen und andere Utensilien	10 000
3	Dampfkessel à 80 Pferdekraft	30 000
1	Dampfmaschine à 100 Pferdekraft	30 000
	Summa	125 000
	Hierzu sind zu rechnen:	
	Gebäude	100 000
	Betriebscapital	175 000
	Summa	400 000

Es stellen sich:

Rohmaterial 50 000 kg à Mark 6,50	325
Arbeitslohn und Vulcanisiren für 50 000 kg à Mark 1 . .	50
Kohlen	12
Capitalzinsen à 5 Proc.	20
General-Geschäftsunkosten, 15 Proc. des Jahresumschlags .	93
Summa . . .	500

Der Durchschnittserlös der fertigen Waare beträgt:

50 000 kg à Mark 12,50 . . .	Mark 625 000
Abzüglich obige	„ 500 750
Bleibt Reingewinn:	Mark 124 250.

Gr

[E]rklärung des Situationsplanes.

[...]us mit Comptoir, ca. 20 m lang, 7 m breit (zweistöckig).
[...]am, mit den Waschwalzen 2c.
[W]aschwalzen, Mischwalzen, Kalander.
[T]ransmission.
[D]ampfleitungsröhren nach den Walzen (Pressen und Vulcanisirkesseln) 2c. Gebäude zweistöckig, ca. 15 m lang und [...] m breit.
[...]fir- und Preßraum, zweistöckig, 20 m lang, 7 m breit.
[V]ulcanisirkessel.
[...]große Dampfvulcanisirpresse.
[K]leine Dampfpresse.
[S]chneideapparat.
[D]rehbank.
[S]chlauchmaschine.
[...]hhaus, 25 m lang, 5 m breit.
[T]isch zum Anfertigen der Schläuche.
[...]um, 6 qm groß.
[...]hes Laboratorium, 5 qm groß.
[...] zur Verarbeitung der vulcanisirten Kautschukabfälle (wegen [...] Feuergefährlichkeit in entsprechender Entfernung von den [...]gen Gebäuden), Größe 7 qm.
[...]us mit 150pferdigem Dampfkessel, 60- bis 80pferdiger [Dam]pfmaschine; Kohlenraum 20 m lang, 5 m breit.
[...]n für nicht feuergefährliche Rohproducte und fertige Waare, [...] lang, 6 m breit.
[...]hvulcanisirkessel mit Bedachung, 25 m lang, 2 m breit.
[u]nd Schienen zum Herausfahren des Wagens beim Vulcanisiren der Schläuche.
[...]heilung: Raum zum Gummiren, Streichen und Trocknen der Leinwandeinlagen.
[...]heilung: Magazin für feuergefährliche Gegenstände, wie Benzin und dergleichen.
[...]ngeleise.
[...]haus.
[...]m.
[...]
[...]den.

Zweiter Stock.

[...]angen.
[...] zum Zusammenkleben und Anfertigen, Bemalen 2c. der [Kau]tschukwaaren.
[...]sraum zum Verfertigen der technischen Gegenstände (Luft-[...], Buffer 2c.).

Die Celluloïdfabrikation.

Die Celluloïdfabrikation ist als einer der jüngsten Zweige der chemischen Technologie zu betrachten.

Parkes stellte zuerst vor etwa 17 Jahren eine Mischung von Schießbaumwolle mit Kampher dar, welche unter dem Namen „Xylonit“ oder auch „Parkesit“ in den Handel gebracht wurde. Das so hergestellte Fabrikat war nicht transparent. Sein erstes Patent datirt aus dem Jahre 1865; wir geben untenstehend eine Uebersetzung desselben [1]).

Parkes errichtete auch eine Fabrik zur Herstellung des Celluloïds in London und war anfangs mit großen Aufträgen für Birmingham &c. versehen; doch es zeigte sich bald, daß das Fabrikat zu theuer wurde. Später fand die Masse noch weniger Abnehmer, wahrscheinlich weil die Feuergefährlichkeit des Productes bald bekannt wurde. Parkes führte die Fabrik noch einige Zeit fort, gab sie aber nachher auf, weil sich das Fabrikat nicht mehr lohnend verwerthen ließ.

Hyatt, ein Amerikaner, griff die Idee von Parkes wieder auf und es gelang ihm, namentlich dadurch, daß er ein nach einer speciellen Methode nitrirtes Papier an die Stelle der gewöhnlichen Schießbaumwolle setzte — eine Masse herzustellen, die wegen ihrer prachtvollen Farbe besondere Aufmerksamkeit erregte und die sich besonders zur Anfertigung von Schmuckgegenständen eignete.

Die Fabrikation des Celluloïds wurde bis zum Jahre 1876 fast ausschließlich in Amerika betrieben; erst um diese Zeit wurde eine Celluloïdfabrik in Stain b. St. Denis errichtet. In neuerer Zeit sind noch solche in Mannheim, in Hannover &c. ins Leben getreten.

Die ganze Celluloïdfabrikation wird bis jetzt noch mehr oder weniger geheim gehalten und finden sich daher in der Literatur nur spärliche exacte Mittheilungen.

Wir müssen uns bei Besprechung dieses Industriezweiges darauf beschränken, nur die Grundprincipien der Fabrikation hier näher zu erörtern.

Das wichtigste Material bei der Celluloïdfabrikation ist die „Nitrocellulose“ und zwar hauptsächlich: „Dinitrocellulose“ $C_6H_8(NO_2)_2 . O_5$.

Zur Herstellung der Dinitrocellulose verwendet man entweder Papier, Baumwolle, Leinen oder Hanf, die in einer Mischung von Salpetersäure und

---

[1]) Darstellung von Xylonit und Parkesit nach Parkes' Patent aus dem Jahre 1865.
Das Verfahren besteht in der Auflösung von Pyroxylin in Anilin, Nitrobenzol und Eisessig. Bei der Herstellung von Parkesit mit diesen Lösungsmitteln und Pyroxylin setzt man, je nachdem größere oder geringere Flexibilität von dem Product verlangt wird, Oel zu, am besten Baumwollsamenöl oder Ricinusöl. Auf 100 Thle. Pyroxylin nimmt man zweckmäßig 150 bis 200 Thle. Oel. Da Nitrobenzol und Anilin für Guttapercha und Kautschuk, sowie für eine Reihe Harze und Gummiarten eben so gute Lösungsmittel sind, wie für Pyroxylin, so können diese Stoffe in Verbindung mit Pyroxylin zur Herstellung von Parkesit verwendet werden. So giebt eine Verbindung von 100 Thln. Guttapercha gelöst in Benzin mit 100 Thln. Pyroxylin eine Masse, welche sich vortrefflich als Isolirmaterial für Telegraphendrähte eignet.

Schwefelsäure von geeigneter Concentration und in speciell dazu hergerichteten Apparaten nitrirt werden.

Nach Mittheilungen[1]) verfährt man bei der Herstellung in St. Denis in folgender Weise:

Als Rohmaterial dient ein feines Papier, ähnlich dem Seidenpapier, welches auf 34 cm breiten Rollen, die etwa 24 kg wiegen, aufgewickelt ist. Von diesen Rollen wird das Papier langsam abgerollt und durch eine Säuremischung, welche aus 5 Thln. Schwefelsäure von 66° Bé. und 2 Thln. Salpetersäure, die auf einer Temperatur von 35° C. gehalten werden, besteht, langsam hindurchgezogen.

Das Säurebad hat eine gewisse Länge, so daß das Papier einige Zeit darin verweilt. Nach etwa 15 Minuten Einwirkung ist das Papier in Nitrocellulose übergeführt, wird dann herausgenommen und in fließendem Wasser gewaschen. Hierauf wird das Papier in eine Art Holländer gebracht und zu einem gleichmäßigen Brei zermahlen, und, wenn nöthig, durch Zusatz von übermangansaurem Kali gebleicht. Nach dem Bleichproceß wird das sich bildende Manganhyperoxyd durch Waschen mit schwefliger Säure und letztere wieder durch Waschen in reinem Wasser entfernt. Alsdann kommt die Masse in eine Centrifugalschleudermaschine. Nach gehörigem Ausschleudern enthält sie noch ungefähr 40 Proc. Wasser und ist dann geeignet in Celluloïd übergeführt zu werden. Man läßt zu diesem Zweck die Masse durch geeignete Walzenmühlen gehen und setzt später eine gewisse Quantität Kampher, event. auch die nöthigen färbenden Substanzen zu. Nachdem die Masse ca. 10- bis 12-mal durch die

Fig. 95.

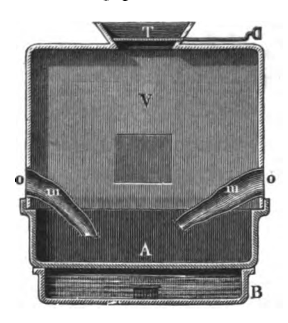
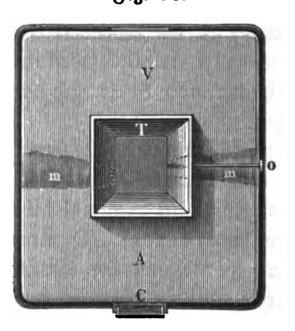


Fig. 96.



Mühlenwalzen gegangen ist, wird sie auf einer hydraulischen Presse in einer eisernen Form (zwischen 10 bis 12 Bogen Fließpapier, welches 10- bis 12-mal erneuert werden muß) stark gepreßt.

Man erhält das Celluloïd alsdann in Form von 3 mm dicken Blättern. Diese Blätter werden auf bronzenen Zahnwalzen zerquetscht und dann mit 25 bis 35 Proc. Alkohol befeuchtet und 12 Stunden liegen gelassen. Hierauf

[1]) Engineering 1881, S. 597.

wird die Masse zwischen Walzen, die auf 50° C. erhitzt sind, zu Platten gewalzt. Diese Platten werden in einer hydraulischen Presse in einer Form, die durch Circulation von Dampf oder heißem Wasser erwärmt wird, nochmals stark gepreßt.

Das erhaltene Product hat ein specifisches Gewicht von 1,5 und nimmt eine schöne Politur an. Bei 70° wird es weich und nimmt die feinsten Conturen der Form an; bei 130° C. zersetzt es sich und stößt Dämpfe von salpetriger

Fig. 98.

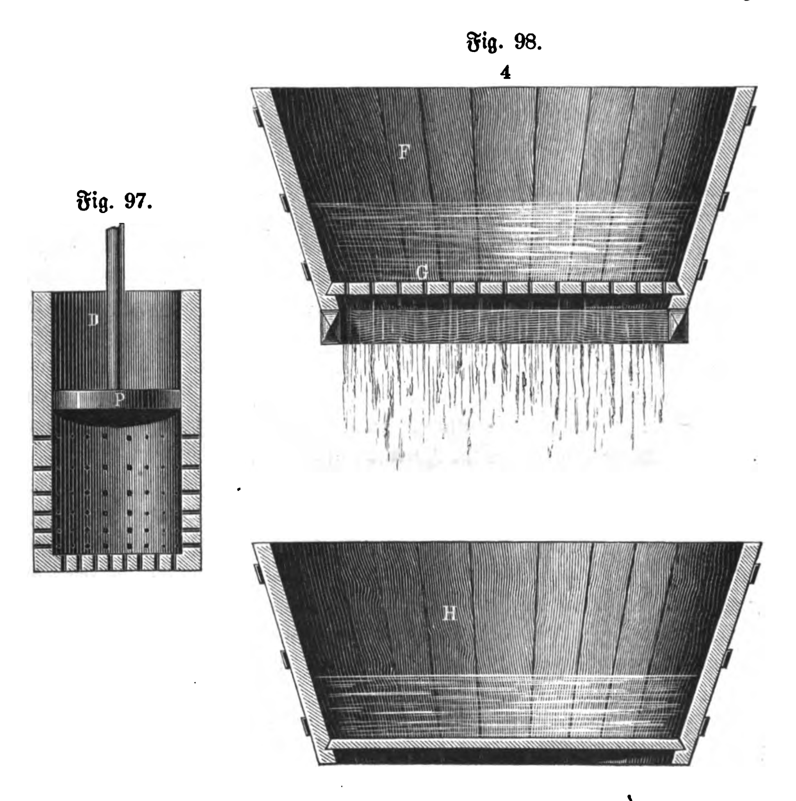


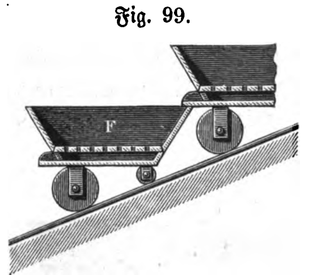
Fig. 97.

Säure aus; bei 195° C. wird die Zersetzung stürmisch; in freier Luft erhitzt, fängt es Feuer und verbrennt mit schöner Flamme, eine kleine Menge Asche zurücklassend. Bis zu 180° erhitzt und mit dem Hammer geschlagen, explodirt es ziemlich heftig.

V. Triboulet und L. A. de Besanzèle ließen sich folgendes Verfahren patentiren (s. D. R.-P. Nr. 6828). Die Rohmaterialien, Papier, Holzstoff, Cellulose, Leinen 2c. werden bei 100° C. getrocknet, gemahlen und nitrirt. Die Nitrirung geht in 20 cm hohen Glasgefäßen oder Gefäßen aus Steingut oder emaillirtem Eisenblech (s. Fig. 95 und Fig. 96), die auf einem Untersatz *B*, durch den Wasser fließt, um den Boden des Behälters *A* kühl zu halten,

vor sich. Auf dem Behälter A steht ein gläserner Aufsatz V, um den Arbeiter gegen die sich entwickelnden Dämpfe zu schützen. Der in der Decke befindliche Trichter T kann durch einen Schieber, die seitlich angebrachte Oeffnung C durch eine Klappe geschlossen werden.

Fig. 99.



Die gemahlenen trockenen Stoffe werden zuerst mit einem Säuregemisch behandelt, welches im zweiten Behälter schon einmal benutzt wurde.

Um die zu nitrirenden Stoffe mit der Säure zu mischen, steckt der Arbeiter seine Arme durch die gegenüberliegende Oeffnung O in die daran befestigten Gummiärmel m, welche den Arm bis zum Handgelenk umschließen. Nachdem so die Masse ca. 15 Minuten lang mit einer Art Kelle gut gerührt worden, wird sie herausgenommen und in eine Presse (Fig. 97 a. v. S.), die aus emaillirtem Gußeisen besteht, und deren Boden und Wandungen fein durchlöchert sind, abgepreßt. Die erhaltene kuchenförmige Masse kommt hierauf in einen zweiten Behälter und wird hier in gleicher Weise mit einem Gemisch aus 3 Thln. Schwefelsäure von 1,834 specifischem Gewicht und 2 Thln. concentrirter Salpetersäure behandelt und dann nochmals abgepreßt. Die hier abfließende Säure wird, wie schon erwähnt, von Neuem zur Nitrirung frischer Cellulose verwendet. Um sie zu verstärken, kann sie mit concentrirter Schwefelsäure oder wasserfreiem Natriumsulfat vermischt werden.

Die ausgepreßte Nitrocellulose wird zuerst in den in Fig. 98 (a. v. S.) abgebildeten Gefäßen mit Wasser gewaschen, dann in hölzernen Bottichen, die mit doppeltem Boden (Fig. 99) und mit ungleich großen Rädern versehen sind, auf einer schiefen Ebene nach und nach hinauf geschoben werden, weiter gewaschen, während das Waschwasser von einem Behälter in den anderen fließt. Der letzte Rest der Säure wird durch eine verdünnte Soda- oder Ammoniaklösung entfernt und zuletzt auch diese durch Nachwaschen mit reinem Wasser weggespült.

Die für die Behandlung der Cellulose nicht mehr verwendbaren Säuren können verschiedenartig verwerthet werden.

Das erhaltene Pyroxylin wird bis zur weiteren Benutzung unter Wasser aufbewahrt.

Die zu der Fabrikation des Pyroxyleïns [1]) nothwendigen Apparate sind:

1. Ein Mahlgang oder Holländer zum Zerkleinern des Pyroxyls und Kamphers.

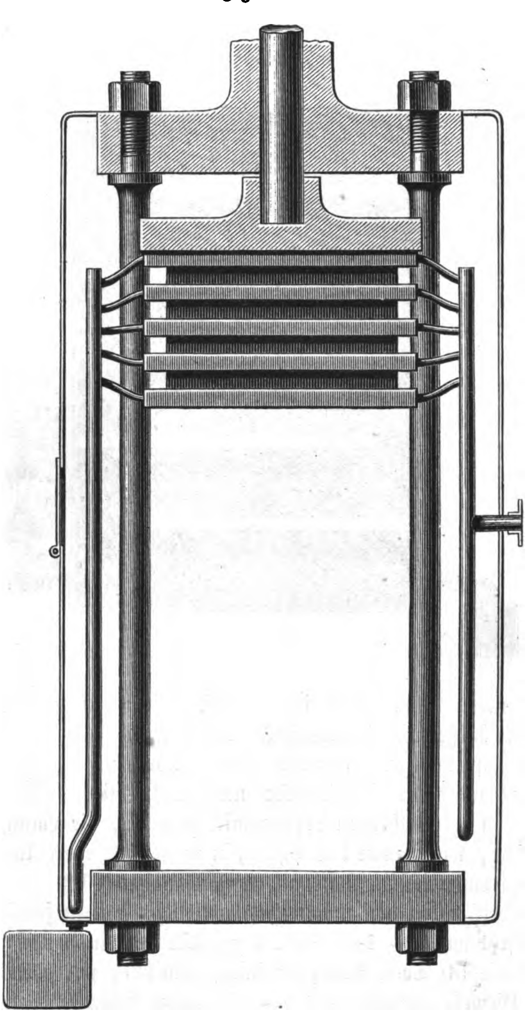
2. Ein Apparat (Fig. 100). Die rechteckige quadratische oder runde Preßform liegt horizontal, um eine vorläufige Pressung zu vermeiden, welche ein Festwerden der Mischung des Kamphers und Pyroxyls zur Folge haben würde. Die Presse, welche entweder eine Schraubenpresse oder eine hydraulische Presse sein kann, ist vollständig von einem Mantel umgeben, der mit einer

---

1) Pyroxyleïn ist identisch mit Celluloïd.

Thüre versehen ist. Die Stange der Presse tritt mittels einer Stopfbüchse aus dem Mantel. Der Mantel besitzt eine seitliche Oeffnung, an der eine Kühlschlange angeschraubt ist, die zur Condensation der sich entwickelnden Dämpfe dient.


Fig. 100.



3. Die Presse ist ferner mit einer Kammer verbunden von ungefähr 2 cbm Inhalt, welche zur Condensation der aus dem Kampher sowie aus den anderen Substanzen sich entwickelnden Dämpfe dient.

Fig. 101 (a. f. S.) zeigt diese Kammer im Schnitt; sie ist mit auswechselbaren Tropfblechen versehen, über welche Wasser rinnt.

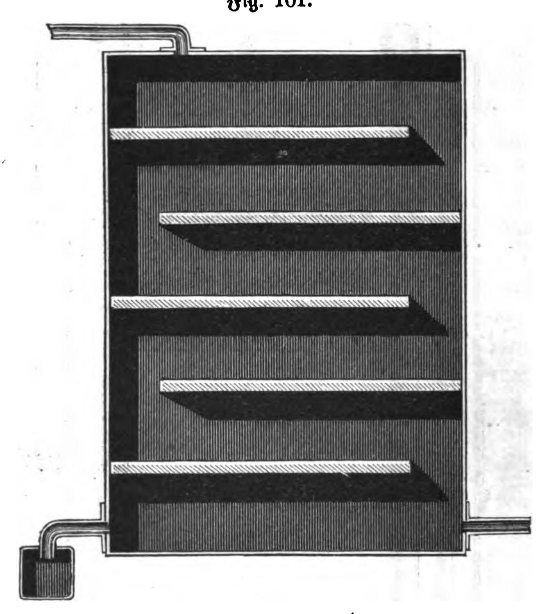
4. Eine Presse, in deren hohlen Wänden Dampf circuliren kann und in welcher die vorherige Pressung vollendet wird.

5. Mehrere specielle Formen von bestimmter Gestalt.

6. Eine Luftpumpe, um in der Kammer ein Vacuum zu erzeugen.

7. Ein Apparat von cylindrischer Gestalt oder Kugelform von ungefähr 3 cbm Inhalt, der mit einem Mantel umgeben ist und in dem Dampf oder

Fig. 101.



heiße Luft circuliren kann. Von innen muß derselbe durch Circulationsrohre für Dampf oder heißes Wasser ebenfalls heizbar sein.

8. Ein Destillationsapparat mit Condensator.

Zur Herstellung durchscheinender und durchsichtiger Objecte wird das Pyroxylin in den entsprechenden Lösungsmitteln gelöst, die Lösung filtrirt und später abdestillirt, wobei man das Pyroxylin in Gestalt einer knetbaren Masse erhält, die sich formen läßt.

Für die Herstellung von undurchsichtigen Gegenständen soll dem Pyroxylin Kampher zugesetzt werden. 100 Thle. Pyroxylin werden in noch feuchtem Zustande mit 42 bis 50 Thln. Kampher innig gemischt, mit einem sehr widerstandsfähigen Gewebe umgeben und dann in einem Haarpreßbeutel zwischen die Preßplatten der Warmpresse gebracht. Die Pressung dauert eine Stunde. Nach einigen Stunden können die in den Preßtüchern stehenden Kuchen in eine geheizte Cylinderpresse gebracht werden. Hierauf sollen sie in oben beschriebenem Apparat, der durch eine Luftpumpe luftleer gemacht werden kann und auf dessen Boden sich Chlorcalcium befindet, vollständig getrocknet werden. Die erhaltenen dünnen Platten werden in bekannter Weise weiter verarbeitet.

Die Nichtentzündbarkeit des Pyroxylins soll durch Waschen desselben in kieselsaurem Natron und dann in phosphorsaurem Ammoniak oder Natron, durch Zusatz von borsaurem Bleioxyd oder den schmelzbaren Flußmitteln, welche man in der Porzellan- oder Glasmalerei anwendet, erreicht werden.

Nach anderen Mittheilungen [1]) verfährt man zur Ueberführung des Pyroxylins in Celluloïd in folgender Weise:

Das Pyroxylin wird in einem Holländer zu Brei gemahlen; nachdem aus dem Brei dann das Wasser abgelaufen ist, wird derselbe in einem durchlöcherten Gefäß durch starkes Pressen entwässert. Das Pyroxylin muß noch so viel Feuchtigkeit besitzen, daß bei der Weiterverarbeitung keine Entzündung stattfindet. Das Mischen mit Kampher soll durch Vermahlen, Zerstoßen oder Walzen in Wasser geschehen, damit keine Entzündung stattfindet. Wir halten diese Vorsicht für überflüssig, da das Pyroxylin meistens noch feucht genug ist, um sich nicht entzünden zu können. Man verwendet etwa 1 Thl. Kampher auf 2 Thle. Pyroxylin, soll aber auch mit anderen Mengen gute Resultate erzielen. Mit dem Kampher werden auch die Farben und Beimischungen zugesetzt, welche erforderlich sind, um dem Fabrikat die gewünschte Farbe oder Festigkeit zu verleihen. (Das Mischen aller dieser Substanzen wird wahrscheinlich, wie wir früher beschrieben haben, auf speciell dazu construirten Walzenmühlen vorgenommen.) Hierauf wird die Masse, um das noch darin enthaltene Wasser zu entfernen und das Pyroxylin und den Kampher in innigere Berührung zu bringen und dadurch die lösende Wirkung des Kamphers auf das Pyroxylin zu befördern, stark gepreßt.

Die so getrocknete und gepreßte Masse kommt in eine geeignete Form. In der oberen Oeffnung des Gefäßes oder der Form sitzt ein Stempel, der durch Einbringen des Gefäßes unter eine hydraulische Presse auf die Masse herabgedrückt wird. Während sich nun die Masse unter diesem Druck befindet, wird sie durch Dampf oder durch Circulation von heißem Wasser auf 65 bis 75° C. erwärmt. Die Umwandlung soll, sobald die richtige Temperatur erreicht ist, rasch vor sich gehen und das Product ein gleichmäßig festes sein.

G. Magnus in Berlin (D. R.-P. 8273) ließ sich folgendes Verfahren patentiren:

In einer Mischung von 100 Gew.-Thln. Aether vom Volumgewicht 0,728 und 25 Gew.-Thln. Kampher löst man 50 Gew.-Thle. Collodiumwolle.

Die Auflösung der Wolle in der Kampherlösung erfolgt sehr schnell und wird durch Rühren noch bedeutend beschleunigt. Durch dieses Verfahren entsteht aus der Collodiumwolle eine durchscheinende, gallertartige klebrige Masse, welche, um eine vollständige Auflösung der Wolle durch den Aether und eine innige Verbindung mit dem Kampher herbeizuführen, unter zwei übereinander liegenden Walzen so lange gewalzt wird, bis das Material plastische Eigenschaften zeigt.

---

[1]) Verhandlungen d. V. z. Bef. d. Gewfl. in Preußen 1878. Industrieblätter 1878, Nr. 17, S. 147; Nr. 43, S. 392. Deutsche Industriezeitung 1878, S. 127, 293 und 457. Chem. Centralbl. 1878. Wagner's Jahresber. 1878.



Bei farbigen Massen können die Farbstoffe dem Aether, oder während des Walzens dem Rohmaterial beigemischt werden. Diese ausgewalzten zähen Platten setzen Magnus & Co. so lange der Atmosphäre aus, bis dieselben hart und polirbar werden.

Dieses Verfahren dürfte jedoch nur bei Platten oder Stäben von nicht zu großer Stärke verwendbar sein, da Stücke von 10 mm Stärke etwa 10 Tage zur Härtung brauchen. Um Körper von größerem Durchmesser, z. B. Billardbälle, Kegelkugeln ꝛc. herzustellen, rollen die Patentinhaber die dünnen, gewalzten zähen Platten zusammen. Nach theilweisem Verdunsten des Aethers werden dieselben auf einer Kreisraspel gröblich pulverisirt. Um die noch vorhandenen Reste des Lösungsmittels gänzlich zu entfernen, trocknet man das Celluloïd bei etwa 106° C. auf einem Wärmetisch. Das auf diese Weise vollkommen ausgetrocknete Celluloïd wird in erwärmte Metallformen gepreßt und durch Verschrauben der letzteren einer andauernden Pressung ausgesetzt. Zu diesem Zweck stellt man die gefüllten Formen auf ein Standsieb in einen sogenannten Vulcanisirkessel, welcher zu einem Drittel mit Wasser gefüllt ist. Nachdem der Kessel durch einen mit einem Sicherheitsventil versehenen Deckel luftdicht verschlossen ist, wird derselbe in einem Kochapparate erwärmt. Durch Beobachtung eines im Deckel angebrachten Thermometers wird die Temperatur controlirt.

Wenn die ersten Wasserdämpfe sich entwickeln, so muß die im Kessel vorhandene Luft durch Oeffnen des Ventils oder durch einen für diesen Zweck angebrachten Hahn entfernt werden. Sobald das Wasser den Siedepunkt erreicht hat, wird die Wärme so gesteigert, daß in $1^1/_2$ bis höchstens $1^3/_4$ Stunden 120 bis 122° C. erreicht werden. Eine größere Hitze oder längeres Verweilen an der äußersten Wärmegrenze führt ein vollständiges Zerstören der Masse herbei.

Das erkaltete, von der Form befreite Celluloïd ist ein durchscheinendes, sehr festes, hornartiges Material, welches sich feilen, schneiden, auf der Drehbank bearbeiten und mit Trippelwasser poliren läßt.

H. Parkes in Birmingham ließ sich am 29. October 1879 ein Verfahren zur Herstellung von Celluloïd patentiren (D. R.-P. 10211), das folgendermaßen ausgeführt wird.

Nitrocellulose (gleichviel ob aus Papier, Baumwolle, Leinen, gewebten oder gefilzten Fasern hergestellt) wird mit einer Auflösung von Vierfach-Chlorkohlenstoff und Kampher allein oder mit anderen gelösten Stoffen, wie Gummiharze, Oele, Farbstoffe u. s. w., versetzt. Ein anderes Lösungsmittel, dessen sich Parkes bedient, ist Zweifach-Schwefelkohlenstoff und Kampher. Die Lösung der Nitrocellulose geschieht vorzugsweise unter Anwendung von Hitze.

Ein gutes Lösungsmittel für Nitrocellulose ist Kampher, welcher bis zu seinem Schmelzpunkte erhitzt wird; bei dieser Temperatur löst sich die Nitrocellulose ebenso schnell, wie sie dem geschmolzenen Kampher zugeführt wird. Die Verbindung geht noch schneller vor sich, wenn das Gefäß, in welchem die Lösung stattfindet, unter Druck gesetzt wird. Der Masse können noch andere Stoffe beigemischt werden und soll sich die so hergestellte Substanz formen und walzen lassen. Um den Schmelzpunkt des Kamphers zu erniedrigen, setzt man demselben Körper, wie Oele, Paraffin, Terpentin, Benzol ꝛc. zu.

Als weitere gute Lösungsmittel für Nitrocellulose benutzt Parkes

1. eine Verbindung, welche man erhält durch Ueberleiten von schwefliger Säure über granulirten Kampher;

2. eine Auflösung von Kampher in Benzol.

Ebenso soll eine Lösung von Kampher in Terpentin unter Druck die Nitrocellulose rasch auflösen.

Parkes hat gefunden (was übrigens nicht neu ist), daß mit Alkohol oder Aether besprengte oder befeuchtete Schießbaumwolle in der Hitze erweicht und sich in Formen pressen läßt.

In einem weiteren Patent beschreibt Parkes das Verfahren zur Herstellung von Gegenständen, die eine glänzende, zarte Farbe haben sollen, sowie die Herstellung von Lack aus Nitrocellulose.

Im ersteren Falle wird die Nitrocellulose vor der Auflösung gefärbt. Im letzteren Falle ist ein mehr flüssiges Lösungsmittel erforderlich.

Die Lösungen können entweder allein verwendet werden, oder man vermischt sie mit anderen Stoffen, wie Gummi, Harzen, Pigment ꝛc.

Auch Schellack vermischt Parkes mit der flüssigen Lösung der Nitrocellulose. Dieses ist nur in sofern möglich, wenn die Lösungsmittel, die er zum Auflösen der Nitrocellulose verwendet, gleichfalls Lösungsmittel für Schellack sind.

In einzelnen Fällen benutzt er Lösungen in einem der vorerwähnten Lösungsmittel mit Ricinusöl und mit metallischen Bronzen oder Pigmenten zum Verlacken von Flaschen.

Die Herstellung von künstlichem Elfenbein aus Celluloïd geschieht in folgender Weise[1]):

100	Theile	Elfenbeinstaub,
100	„	Pyroxylin,
50	„	Kampher

werden zusammengemischt.

Das Pyroxylin wird zuerst in einem Holländer zu einer breiartigen Masse gemahlen, dann entwässert und in den angegebenen Verhältnissen mit Elfenbeinstaub und Kampher gemischt. Die noch feuchte Mischung wird durch starkes Pressen zwischen wasseraufsaugenden Kissen ihrer Feuchtigkeit beraubt. Die erhaltene Masse wird alsdann mit 50 Thln. Aethylnitrit in einem geschlossenen Gefäß gleichmäßig übergossen und mehrere Stunden der Einwirkung überlassen.

In einem geheizten Cylinder wird darauf die Masse gehörig gepreßt und dann zwischen heißen Walzen ausgewalzt. Das so erhaltene Fabrikat hat das Ansehen wie reines Elfenbein, ist frei von Strichen oder Flecken, wird von Feuchtigkeit nicht angegriffen und läßt sich unter Druck in beliebige Formen pressen.

[1]) Wagner's Jahresbericht 1878, S. 1163.

Eigenschaften des Celluloïds.

Je nach der Art der Darstellung des Celluloïds zeigt dasselbe in seiner Zusammensetzung und in seinen Eigenschaften Verschiedenheiten, und weichen deshalb die Angaben über seine Eigenschaften wesentlich von einander ab.

Während es nach der einen Angabe schon bei 70° C. weich und plastisch wird, geschieht dies nach anderen Angaben erst bei 125 bis 130° C. Nach Angabe des Einen zersetzt es sich schon bei 130°, während Andere 160 bis 170° C. als Zersetzungstemperatur angeben. Ebenso variirend sind auch die Angaben über das specifische Gewicht.

Es zeigt nur geringe Widerstandsfähigkeit gegen chemische Reagentien; von concentrirter Salpetersäure wird es stark angegriffen und allmälig vollständig aufgelöst. Der Einwirkung von Salzsäure widersteht es ziemlich gut. Concentrirter Schwefelsäure widersteht es anfangs, wird aber später bei Einwirkung von Wärme ebenfalls zersetzt.

Von Aether und Alkohol, Mischungen von Aether und Alkohol, Methyläther und Salpetrigsäure-Aether, Chlorkohlenstoff, Methylalkohol ꝛc. wird es leicht angegriffen und das darin enthaltene Pyroxylin, sowie der Kampher aufgelöst; es giebt dieses Verhalten des Celluloïds gegen Lösungsmittel uns ein Mittel an die Hand, das Celluloïd auf seine Beimischungen prüfen zu können.

Die anfangs sehr getadelte Feuergefährlichkeit des Celluloïds und der daraus hergestellten Gegenstände ist bei den geringeren Sorten durch Zusatz von mineralischen Substanzen, Wasserglas, bedeutend vermindert worden, während sie aber für die feineren Sorten noch nicht in dem Maße beseitigt worden zu sein scheint.

Wie wir auf Seite 197 mittheilten, soll die Entzündungstemperatur des Celluloïds an offener Luft bei 195° liegen. Bei dieser Temperatur zersetzt es sich stürmisch unter Entwickelung salpetriger Säure. Auf 180° C. erhitzt und mit dem Hammer geschlagen, explodirt es.

Charakteristisch für das Celluloïd ist der Kamphergeruch, der für manche Benutzung, namentlich für die Herstellung von Toilettegegenständen, Kragen und Manschetten sehr störend ist. In wie weit der Geruch durch geeignete Zusätze beseitigt und verdeckt werden kann, bleibt noch eine zu lösende Aufgabe der Technik.

Das Aussehen des Celluloïds im ungefärbten Zustande ist hellem Horn gleich.

Reuleaux [1]) glaubte anfangs, daß das Celluloïd beim Reiben elektrisch würde; nach Mittheilungen von Clouet [2]) übereinstimmend mit einer Berichtigung in den Industrieblättern wird das Celluloïd beim Reiben nicht elektrisch.

---

1) Verhandlungen des V. z. Bef. d. Gewerbfleißes in Preußen 1878.

2) Bullet. de la soc. int. de Rouen 1877; Dingl. pol. J. Bd. 224; Industriebl. 1878, Nr. 13, S. 127.



Zwei Eigenschaften, die namentlich eine vortheilhafte Verwendung des Celluloïds zu Schmucksachen ermöglichen, sind:

1. die Fähigkeit sich leicht mit verschiedenen gelösten Farbstoffen oder mit festen Farbstoffen färben zu lassen, wodurch es gelingt Imitationen von Halbedelsteinen, z. B. Malachit, Corallen, Schildkrot, Bernstein, herzustellen;

2. die Leichtigkeit mit der es die feinsten Formen ausfüllt, und an Metallanlagen, auf die es in weichem Zustande gepreßt wird, cementartig festhaftet. Man benutzt es deshalb in neuerer Zeit mit großem Vortheil zu den mannigfachsten und zierlichsten Einlagarbeiten mit Metallen [1]).

Die Herstellung der Celluloïdgegenstände.

Die Herstellung der Celluloïdgegenstände hat große Aehnlichkeit mit der Darstellung der Hartgummiwaaren. Wie letztere, so werden eine Reihe von Celluloïdgegenständen aus Platten durch Schneiden, Hobeln u. s. w. hergestellt, während andere Gegenstände durch Pressen in geeigneter Form und Erhitzen, wie die Hartgummiwaaren gemacht werden.

Die Verarbeitung der Platten zu Gegenständen geht noch leichter als bei der Hartgummifabrikation, da das Celluloïd selbst bei nur 70° C. sich leicht biegen und formen läßt.

Die Herstellung der Platten geschieht entweder durch Auswalzen der Celluloïdmasse zwischen heißen Walzen, oder es werden dieselben aus Blöcken gesägt. Die Blöcke können mit dem Balancier auf dem Wärmtisch in beliebige Formen gebracht werden.

Das Celluloïd wird mit feinem Bimsteinpulver, Schmirgelpulver und anderen Körpern, die mit Seife zu einem Teig geknetet werden, polirt.

Das Celluloïd nimmt einen Glanz wie so leicht kein anderes Material an. Beim Schneiden, Sägen und allen Verrichtungen, bei denen eine rasche Bewegung der stählernen Werkzeuge erforderlich ist und in Folge dessen starkes Erhitzen eintreten kann, läßt man zeitweise Wassertropfen auf die zu bearbeitende Stelle fallen.

Beim Pressen oder Ausstoßen empfiehlt es sich das Celluloïd vorher gelinde zu erwärmen, und damit einem Zerreißen und Zerbrechen vorzubeugen.

Zum Erwärmen des Celluloïds bedient man sich am besten des Wassers oder des Glycerins.

Zum Aufkleben von Pappe, Holz, Leder ꝛc. verwendet man eine Masse, bestehend aus:

1 Thl. Schellack,
1 „ Kampher und
3 bis 4 Thln. neunziggrädigem Alkohol.

---

[1]) Man legt zuerst die Gold-, Silber- ꝛc. Einlagen in die für das Stück gefertigte Hohlform, dann weißes oder gefärbtes Celluloïd darauf und preßt das Ganze unter Erhitzen durch den Formstempel ein. Die Metallkörperchen pressen sich dabei fest an das Celluloïd an und haften, wie durch einen festen Kitt verbunden.

Zur Zusammenkittung des Celluloïds eignet sich am besten eine Auflösung von Celluloïd in 90grädigem Alkohol.

Spröde gewordenes Celluloïd kann durch Eintauchen in Kampherspiritus nach und nach erweicht werden.

Perlen, Brochen, Knöpfe ꝛc. ꝛc. werden durch Pressen von Celluloïdmasse in geheizten Formen dargestellt. Am besten läßt man die Gegenstände, wenn sie aus der Form kommen, eine Zeit lang an der Luft liegen, bis der Kamphergeruch vergangen ist.

Durch Färben der Celluloïdmasse gelingt es, wie schon früher erwähnt, Elfenbein, Bernstein, Schildkrot, Lapis lazule, Corallen ꝛc. täuschend ähnlich nachzuahmen. In den letzten Jahren hat man vielfach aus Celluloïd, als Ersatz für Leinwand: Kragen, Manschetten, Hemdeneinsätze gefertigt. Diese Gegenstände werden hergestellt, indem man ein Stück Leinwand zwischen zwei weißen dünnen Celluloïdplatten preßt. Der Vortheil, den diese Artikel haben sollen, ist der, daß sie bei großer Dauerhaftigkeit leicht durch Waschen mit einer Bürste gereinigt und mit dem Handtuch getrocknet werden können.

Diese Sachen sind anfangs blendend weiß wie Leinwand und haben ein schönes gewebeartiges Aussehen. Wir haben selbst Proben mit diesem Artikel angestellt und fanden, daß beim Tragen und öfteren Waschen mit einer Bimssteinpulver enthaltenden Seife das gewebeartige Aussehen sich verliert. Auch ist der merklich hervortretende Kamphergeruch ein Hinderniß für ihre Verbreitung.

Welche Bestandtheile dem Celluloïd bei der Herstellung dieser Gegenstände zugesetzt werden, um ihm eine biegsame, elastische, kautschukähnliche Beschaffenheit zu geben, ist nicht bekannt, doch vermuthen wir, daß Zusätze von trocknenden Oelen (wie Leinöl) oder Paraffin ꝛc. dazu benutzt werden.

Auch Artikel der Lederwaarenindustrie werden mit Celluloïd imitirt.

Das Celluloïd soll ferner sehr geeignet sein, das Horn, auf welches die Feuchtigkeit der Atmosphäre sehr einwirkt, bei der Herstellung von Maßstäben zu ersetzen. Während die Zunahme der Länge eines Hornmaßstabes, der aus einem trocknen geheizten Raum an die feuchte Luft gebracht werde, $1/2$ bis $1/1$ mm auf das Decimeter betrage, verlängere sich das Celluloïd bei dem größten im praktischen Leben vorkommenden Unterschiede nur um etwa $1/5$ mm.

Nach dem polytechnischen Notizblatt hat man neuerdings mit Erfolg versucht, den Holzbildstock, welcher bisher auf galvanoplastischem Wege vervielfältigt wurde, nunmehr mit Hülfe des Celluloïds zu vervielfältigen. — Das Celluloïd dringt vermöge seiner leichten Vertheilbarkeit in die feinsten Vertiefungen der Form ein, und erhält man dadurch ein getreues Bild des Holzschnittes, welches sogar feiner ist als das auf galvanoplastischem Wege hergestellte, weil die trennende und manche feine Linie ausfüllende Graphitschichte wegfällt.

Das Verfahren ist folgendes:

Die Bildfläche des Holzschnittes wird zuvor mit einem Cement bestrichen, welcher erhärtet und dann ohne Beschädigung des Bildes leicht abgenommen werden kann. Die Cementschichte vertritt also hier die Stelle der Guttapercha,

d. h. sie bietet ein treues verkehrtes Bild des Holzstiches. Die Cementform wird dann mit einer erweichten Platte von Celluloïd unter eine hydraulische Presse gebracht. Das leicht sich anschmiegende Celluloïd legt sich dann nach 5 bis 6 Minuten dauerndem Pressen an die feinsten Theile der Form an.

Die ganze Manipulation erfordert 1/2 Stunde. Die Celluloïdschichte bietet gegen das auf galvanoplastischem Wege hergestellte Bild noch manche weiteren Vortheile. Es soll den Druck der Schnellpresse länger aushalten und können von demselben mehr als 100000 Exemplare abgezogen werden. Ein weiterer großer Vortheil liegt in der Biegsamkeit des Celluloïds.

Bekanntlich werden die meisten Tagesblätter gegenwärtig auf Maschinen gedruckt, die bis zu 20000 Exemplaren fix und fertig liefern. Bei diesen Maschinen wird der Schriftsatz, statt daß er sonst flach aufliegt, auf Walzen geschraubt, zwischen denen das Papier hindurchgeht. Diese Einrichtung erschwerte aber bisher die Anwendung der Zeitungsdruckmaschinen zu dem Druck illustrirter Blätter, da bei dem Umlegen der Platten auf die Walzen die Platten so beschädigt wurden, daß schadhafte Bilder entstanden.

Wir wollen hier noch kurz einige Compositionen beschreiben, die man an Stelle von Celluloïd für manche Zwecke verwendet.

J. S. Hyatt [1]) (in Paris), der Erfinder des Celluloïds, stellt eine plastische Masse aus Meerschaumabfällen, Nitrocellulose und Kampher her. Die fein gepulverten Meerschaumabfälle werden mit einer dickflüssigen Masse aus 5 Gew.-Thln. Nitrocellulose, ca. 3 bis 5 Gew.-Thln. Kampher und der zur Auflösung der Nitrocellulose nöthigen Menge Aether (ca. 3 Thle.) und Alkohol (ca. 1 Thl.) gehörig gemischt. 100 Thle. Meerschaum werden auf 1 Thl. der in der Flüssigkeit enthaltenen Nitrocellulose gerechnet. Nach gehöriger Mischung läßt man die Lösungsmittel verdunsten und erhitzt die schließlich gepulverte Masse in Formen auf 100 bis 120° C.

Das Verhalten der Cellulose gegen gewisse Substanzen, wie Lösungen von Kupferoxydammoniak, concentrirte Zinkchloridlösung 2c. hat man benutzt, um aus der Cellulose eine Masse herzustellen, die in vielen Fällen als Ersatz für Celluloïd oder Hartgummi dienen soll.

Durch geeignete Behandlung mit Zinkchlorid oder ähnlich wirkenden Stoffen wird die Oberfläche der Cellulosefaser in ein klebriges Gummi verwandelt, welches nach dem Trocknen nicht mehr aufquillt [2]).

Derartig aufgeweichte oder theilweise gelöste Cellulose kann entweder für sich allein oder gemischt mit anderen Substanzen in Formen gepreßt und gewisse Gegenstände daraus hergestellt werden.

Wie bei dem Celluloïd durch den Kampher oder andere Lösungsmittel, sind hier durch die oberflächliche Lösung und nachherige Trocknung die Fasern mit einander verklebt und erscheint die getrocknete Masse als ein hornartiges festes Ganze, welches für Wasser undurchdringlich geworden ist.

---

1) Wagner's Jahresberichte 1878, S. 1162 u. 1879, S. 1144.

2) Bekanntlich beruht auf diesem Verhalten der Cellulose die Herstellung des Pergamentpapiers. Kurze Einwirkung der Schwefelsäure verwandelt die Faser in ein klebriges Gummi, das ebenfalls nach dem Trocknen nicht mehr aufquillt.

Verschiedene Patente sind in der letzten Zeit namentlich in Amerika für die Herstellung solcher Compositionen ertheilt worden; meistens sind aber die Patentbeschreibungen sehr unklar gehalten, um absichtlich irre zu führen. So bezeichnet man mit den Namen: „Vulcanised fibre“ ꝛc. ꝛc. Producte, die durch Behandlung von Cellulose oder Papier mit Zinkchlorid gemischt mit anderen Substanzen dargestellt werden, und die zur Anfertigung einer Reihe von Gegenständen, welche sonst nur aus Leder oder Kautschuk hergestellt werden, benutzt werden kann.

Untersuchung des Celluloïds.

Die qualitative Untersuchung des Celluloïds auf die Beimischungen unterliegt nach unserer Ansicht keiner großen Schwierigkeit, dagegen ist eine quantitative Untersuchung schwer auszuführen. Wir wollen hier einige Andeutungen geben, wie man bei dem Gang einer Analyse verfahren kann.

Die Trennung von mineralischen Beimischungen kann durch Behandlung des fein geraspelten oder zerschnittenen Celluloïds mit Aether, Chloroform oder einem andern der bekannten flüchtigen Lösungsmittel bei mäßiger Wärme geschehen.

Die mineralischen Beimischungen, wie Magnesia ꝛc., phosphorsaures Ammoniak, borsaures Bleioxyd, bleiben zurück; in Lösung geht die Nitrocellulose, der Kampher, fette Oele oder Paraffin.

Die Untersuchung und Bestimmung des Rückstandes von mineralischen Bestandtheilen kann nach dem gewöhnlichen Gang der Analyse erfolgen. Etwas schwieriger ist die Untersuchung des in Aether und andere Lösungsmittel übergegangenen Theils.

Die Bestimmung und Untersuchung der Nitrocellulose kann durch Ueberführung in gewöhnliche Cellulose durch Behandlung mit reducirend wirkenden Substanzen geschehen.

Behandelt man die Nitrocellulose bei 100° mit concentrirter Lösung von Eisenchlorür und setzt Salzsäure zu, so entwickelt sich Stickoxydgas und das ausgeschiedene Eisenoxydhydrat löst sich in der Salzsäure und die structurlose Cellulose bleibt zurück.

Der chemische Vorgang, der dabei stattfindet, ist folgender:

$$\underbrace{2\,C_6H_7O_2(O.NO_2)_3}_{\text{Trinitrocellulose}} + \underbrace{18\,FeCl_2}_{\text{Eisenchlorür}} + \underbrace{18\,HCl}_{\text{Salzsäure}}$$

$$= \underbrace{2\,C_6H_{10}O_5}_{\text{Cellulose}} + \underbrace{6\,NO}_{\text{Stickoxyd}} + \underbrace{6\,H_2O}_{\text{Wasser}} + \underbrace{9\,Fe_2Cl_6}_{\text{Eisenchlorid.}}$$

Gleiche Reduction erleidet nach Hadow die Schießbaumwolle durch Behandlung mit einer weingeistigen Lösung von Kaliumsulfhydrat:

$$\underbrace{5\,C_6H_7O_2(ONO_2)_3}_{\text{Trinitrocellulose}} + \underbrace{9\,KHS}_{\text{Kalium-sulfhydrat}} + \underbrace{3\,H_2O}_{\text{Wasser}}$$

$$= \underbrace{5\,C_6H_{10}O_5}_{\text{Cellulose}} + \underbrace{6\,NO}_{\text{Stickoxyd}} + \underbrace{9\,KNO_3}_{\text{Kalium-nitrat}} + \underbrace{S_9}_{\text{Schwefel}}.$$

Die auf diese Weise ausgeschiedene Cellulose muß zur Bestimmung sorgfältig mit Alkohol ausgewaschen, bei 100° C. getrocknet und gewogen werden.

Die Bestimmung des Stickstoffs in dem Celluloïd läßt sich wahrscheinlich in der Weise ausführen, wie Walter Crum den Stickstoff in der Schießbaumwolle bestimmte. Derselbe brachte in eine mit Quecksilber gefüllte Glasröhre eine gewogene Menge Schießbaumwolle und ließ dann das 20fache an Gewicht der Schießbaumwolle concentrirte Schwefelsäure zu.

Durch Einwirkung der Schwefelsäure wird Salpetersäure frei; letztere wirkt auf das Quecksilber; es bildet sich Stickoxydgas und ein Theil des Quecksilbers wird oxydirt.

Nachdem die Einwirkung einige Stunden gedauert hat, liest man die Menge des gebildeten Stickoxydgases an der calibrirten Glasröhre ab; läßt dann eine Lösung von schwefelsaurem Eisenoxydul hinzutreten, welche das Stickstoffoxydgas absorbirt und berechnet aus dem verschwundenen Volumen das Stickoxydgas.

Kampher, der in den meisten Fällen zugesetzt ist, läßt sich leicht durch den Geruch erkennen.

Die quantitative Bestimmung des Kamphers ist weit schwieriger. Eine geeignete Methode zur Bestimmung ist uns aus der Literatur nicht bekannt. Eine annähernde Bestimmung läßt sich wahrscheinlich dadurch erzielen, daß man das feingepulverte Celluloïd so lange mit Wasser kocht bis der Kamphergeruch verschwunden ist, da sich der Kampher beim Erhitzen mit den Wasserdämpfen verflüchtigt.

Die dem Celluloïd bei der Fabrikation zugesetzten fetten Oele, Fette ꝛc. lassen sich erkennen, indem man die durch Kochen mit Wasser vom Kampher befreiten Rückstände mit Kalilauge verseift. Die Fettsäuren werden dadurch in lösliche Seifen übergeführt und können dann in bekannter Weise abgeschieden werden.

Die dem Celluloïd zugesetzten Farbstoffe finden sich, wenn sie mineralischen Ursprungs sind, in dem in Aether unlöslichen Theil. Die dem Celluloïd zugesetzten gelösten Farbstoffe müssen entweder durch chemische Reactionen oder durch physikalische Eigenschaften erkannt werden. Auf eine nähere Beschreibung derselben können wir uns nicht einlassen.

Wir glauben hier einige Winke gegeben zu haben, wie man bei der Untersuchung und Analyse verfahren kann und die wichtigen Momente hervorgehoben zu haben, die beachtet werden müssen.

Praktischen Versuchen bleibt es überlassen, diese Vorschläge zu prüfen und die näheren Verhältnisse festzustellen.

Durch übermäßige Pressung oder Ueberhitzung oder sonstige Unvorsichtigkeiten bei der Fabrikation des Celluloïds, beispielsweise bei Verwendung einer zu stark nitrirten Cellulose, kann leicht in Celluloïdfabriken Feuersgefahr und Explosion entstehen. Die als Lösungsmittel manchmal zur Verwendung kommenden Substanzen wie Aether und Alkohol erhöhen die Gefahr noch wesentlich; namentlich ist auf die große Feuergefahr und die explosiven Eigenschaften des leicht flüchtigen Aetherdampfes Rücksicht zu nehmen.

Auf Grund des §. 120, Absatz 3 der Gewerbeordnung ist von dem Polizeipräsidium für Berlin und Charlottenburg verordnet worden, daß bei der Anlage von Celluloïdfabriken folgende Punkte berücksichtigt werden.

1. Die Darstellung von Celluloïd muß in einem von allen anderen Gebäuden abgetrennt liegenden massiven, in seinem Innern durch Brandmauern in vier Theile getheilten, leicht bedeckten Raume, welcher mit einem unter Verschluß zu haltenden Zaune umgeben ist, vorgenommen werden.

Die in Fässern in hinreichend nassem Zustande ankommende Collodiumwolle ist im Freien innerhalb des Zaunes aufzubewahren und zu zapfen.

2. Die Temperatur in der Trockenanstalt darf in jedem der vier durch Brandmauern von einander getrennten Räume 30° C. nicht übersteigen. Sie muß durch die im Innern angebrachten, von Außen sichtbaren Thermometer vermöge der an ihnen angebrachten Marken leicht erkennbar sein und im Falle sie das angegebene Maximum zu übersteigen droht, vermöge des über der Anstalt angebrachten Luftschachtes sofort bis auf dasselbe herabgedrückt werden können.

3. Die in jedem der vier Räume aufzustellende Trockenvorrichtung besteht aus einem eisernen, mit Dampf zu heizenden Register aus den beiden in Entfernungen von 0,20 bis 0,10 m über denselben angebrachten Haarsieben und aus in Entfernungen von je 0,15 m über den Haarsieben befestigten hölzernen Hürden.

Mehr als 1 kg Collodiumwolle darf auf einmal auf einer Hürde nicht getrocknet werden.

4. Die erforderlichen Materialien: Aether (im Maximum von 2 Ballons), Kampher und Alkohol müssen im Freien innerhalb des gedachten Zaunes so aufbewahrt werden, daß Unberufene sich nicht nähern können; namentlich muß der Schwefeläther vor dem Einfluß der Sonne geschützt sein. Die Ballons müssen so sicher aufgestellt werden, daß sie nicht umstürzen oder zerbrechen können.

5. Der zur Mischung erforderliche Schwefeläther ist mittels Saugehebers aus dem Ballon zu entnehmen, damit letzterer an seiner Stelle unverrückbar bleiben kann.

Während des Mischens der Materialien ist für besonders starken Abzug der entstehenden Dämpfe zu sorgen. Die Arbeiten des Zapfens, des Trocknens und des Mischens sind nur zuverlässigen, gut instruirten Leuten zu übertragen.

6. Sämmtliche Räume, in denen das Celluloïd gewalzt, gepreßt, getrocknet, aufbewahrt und verarbeitet wird, sind stets auf das Ausreichendste zu ventiliren und wenn erforderlich, die Abführung der Dämpfe und die Zuführung frischer Luft mit besonders wirksamen Ventilatoren zu erzwingen.

7. In sämmtlichen Räumen, wo mit Collodiumwolle, Schwefeläther, Kampher und Celluloïd umgegangen wird, darf nur bei Tageslicht gearbeitet werden; eine künstliche Beleuchtung darf in ihnen nicht stattfinden. Den Arbeitern ist das Rauchen und das Mitbringen leicht entzündlicher Stoffe zu verbieten und ist die Befolgung des Verbots wirksam zu controliren.

8. Die Vorräthe von Celluloïd sind entfernt von Arbeitsräumen an besonders feuersicherer Stelle aufzubewahren. Die bei der Verarbeitung des Celluloïds entstehenden Abfälle sind allabendlich beim Arbeitsschluß vor Eintritt der Dunkelheit zu entfernen und unschädlich zu machen. Die Erwärmung und Pressung dieser Abfälle behufs weiterer Verarbeitung bleibt ausgeschlossen. Das Maximum der Production an Celluloïd ist auf 8 kg täglich festgesetzt.

(cf. Amtliche Mittheilungen aus den Jahresberichten der mit Beaufsichtigung der Fabriken beschäftigten Beamten. 1880. Berlin bei Kortkampf, I. Bd., S. 19; II. Bd., S. 123).

Die Fabrikation der wasserdichten Gewebe.

Die verschiedenen Methoden der Herstellung wasserdichter Gewebe lassen sich in folgende Haupt- und Unterabtheilungen bringen:

1. Methoden, bei welchen durch Auftragen von Kautschuk, Guttapercha, Firniß oder Lack 2c. ein wasser- und luftdichter Ueberzug auf dem Gewebe erzeugt wird.

Diese Hauptabtheilung kann wieder in folgende Unterabtheilungen gebracht werden:

a) Verfahren, bei welchen durch Auftragen von Kautschuk oder Guttapercha entweder in gelöstem Zustande oder durch Aufwalzen ein Ueberzug erzeugt wird. Diese Methode haben wir schon bei der Kautschukindustrie besprochen und verweisen wir auf das Seite 132 bis 138 Gesagte;

b) durch Ueberziehen der Stoffe mit Mischungen von Kautschuk, Guttapercha, Pech, Kolophonium, Leinöl, Firniß und Firnißlack, Oel 2c.;

c) durch Ueberziehen der Stoffe mit Firnißlack, eingekochtem Oel, aufgelösten Harzen 2c. Hierher gehören auch die im Handel unter dem Namen Wachstuch, Oeltuch 2c. vorkommenden Stoffe und werden wir die Beschreibung zu deren Herstellung bei Besprechung der sub c) genannten Stoffe einfügen.

2. Methoden, bei denen durch Imprägniren mit Fetten, Paraffin, Theer, Metalloxydsalzlösungen und Verdunsten dieser Lösungen, oder Erzeugung von Niederschlägen durch chemische Reaction die Wasserdichtigkeit des Stoffes erreicht wird. Man kann hierbei wieder folgende Unterabtheilungen unterscheiden:

a) Erzeugung einer Fett-, Paraffin- oder Theerschichte auf der Faser, die die Poren verstopft und die Adhäsion zum Wasser vermindert;

b) Eintauchen der Gewebe in Metalloxydsalzlösungen, Eisenoxyd, schwefelsaure Thonerde, Alaun und Erzeugung eines unlöslichen Niederschlages durch Fällung mit thierischem oder vegetabilischem Leim,

Gummi 2c. oder durch Zersetzung leicht zersetzlicher Salze (z. B. essigsaure Thonerde) bei mäßiger Wärme.

c) Erzeugung von unlöslichen Seifen durch Imprägniren der Stoffe mit Metalloxydsalzlösungen und Umsetzen mit gelösten Seifen.

Es liegt selbstverständlich außerhalb des Bereiches dieses Buches, die zahlreichen in der chemisch-technischen Literatur zerstreut sich findenden Recepte summarisch classificirt nach dem obigen Schema hier aufzuzählen. Wir beschränken uns vielmehr darauf, durch Auswahl einer Reihe uns gut dünkender besserer Methoden die verschiedenen Verfahren zu beschreiben.

1. Herstellung von wasserdichten Stoffen durch Ueberziehen mit Lack, Firniß, Guttapercha, Kautschuk 2c.

Von allen Stoffen eignet sich das Kautschuk, wie wir bereits früher hervorhoben, am besten. Wegen seines hohen Preises jedoch hat man es in letzter Zeit durch eine Reihe anderer Substanzen ganz oder theilweise ersetzt. Von Substanzen, die als Ersatz für das Kautschuk dienen können, erwähnen wir folgende:

Leinöl,
Harz,
Pech,
Terpentin,
Leim 2c.

Mit diesen Stoffen werden entweder in Verbindung mit Kautschuk oder ohne dieses durch Auflösen in geeigneten Lösungsmitteln breiartige Massen hergestellt, die mittels der Hand oder geeigneter Maschinen auf den Stoff aufgetragen werden.

Wir haben schon bei der Besprechung der kautschukirten Stoffe die Beschreibung einer Maschine zum Auftragen der Masse gegeben und verweisen wir auf das Seite 134 Gesagte.

Wie bei der Herstellung der kautschukirten Gewebe muß die Mischung auch hier in dünnen Schichten aufgetragen werden, wenn die Stoffe nicht an Brüchigkeit leiden sollen.

Wir theilen hier einige Methoden der Herstellung von wasserdichten Stoffen mit Guttapercha und Kautschukcompositionen mit.

Eine solche Mischung zur Herstellung von wasserdichten Zeugen zu Wagendecken 2c.[1]) wird in folgender Weise zusammengesetzt. Es werden:

106,5 g Kautschuk,
175,0 „ fein gesiebte Sägespäne,
10,0 „ Schwefelpulver,
25,0 „ gelöschter Kalk,
125,0 „ schwefelsaure Thonerde,
125,0 „ Eisenvitriol,
10,0 „ Werg,

[1]) Journal of applied Chemistry vol. 5, p. 118.

in einem erwärmten Cylinder zu einem ganz gleichmäßigen Teig zusammengemischt, der in dünne Kuchen geformt wird. Diese werden in kleine Stücke zerschnitten und in der doppelten Gewichtsmenge Terpentinöl, Benzin, Petroleum und Schwefelkohlenstoff gelöst, wozu bei fünf- oder sechsmaligem Umrühren ca. 24 Stunden nöthig sind.

Diese Lösung wird mit Messern oder Walzen auf die wasserdicht zu machenden Zeuge aufgetragen.

Um dem Zeuge Glanz zu geben, läßt man es Walzen mit Pappüberzug passiren, dann wird es über eine hohle eiserne Trommel gewickelt, die, um das Anhaften zu verhindern, mit Zeug überzogen ist, und auf dieser in einem geschlossenen Cylinder eine Stunde lang einem Dampfstrom von vier Atmosphären ausgesetzt. Durch das Erhitzen im Dampfstrom wird das Kautschuk vulcanisirt [1]).

H. Hirzel [2]) ließ sich folgendes Verfahren zur Herstellung eines wasser- und gasdichten Stoffes (sogen. Gastuch) patentiren.

Zwischen zwei Stücke eines nicht zu groben dichten Stoffes, z. B. Shirting, der nicht appretirt ist oder vorher durch Waschen von der Appretur befreit wird, legt man ein entsprechend großes, glattes Stück von sogenanntem Guttaperchapapier und führt das Ganze zwischen heißen Walzen hindurch. Infolge dessen verbinden sich die beiden äußeren Shirtinglagen auf das Innigste mit der inneren Guttaperchalage zu einem für Gas und Wasser undurchdringlichen Stoffe, der dadurch noch dichter und widerstandsfähiger wird, daß man ihn auf beiden Seiten mit einem dünnen, fetten Lack, z. B. fettem Copallack, überzieht. Man soll so einen genügend biegsamen, geschmeidigen Stoff, der gas- und wasserdicht ist und jahrelang, selbst unter den Einflüssen der Witterung und äußeren Temperatur dicht bleibt, gewinnen. Derselbe läßt sich in Rollen von der Länge und Breite des bei seiner Herstelluug zur Verwendung kommenden Shirtings anfertigen und kann zu allen denjenigen Zwecken verwendet werden, zu welchen wasserdichte Stoffe in Anwendung kommen. Ferner eignet sich derselbe zur Herstellung gasdichter Membranen zu Druckregulatoren für comprimirtes Gas, zu den Beuteln oder Säcken für trockene Gasuhren, sowie zur Anfertigung von trocknen Gasbehältern.

Zum Ueberziehen der Stoffe mit Kautschukcomposition verwendet man häufig Lösungen des Kautschuks in eingekochtem Leinöl, Harz, Terpentin, Kreide 2c.

---

[1]) Auf ähnliche Weise, wie die vorstehende Ueberzugsmasse, wird ein wasser- und dampfdichter Kitt hergestellt. Es werden nämlich für diesen Zweck 2125 g Kautschuk in Benzin gelöst und in diese Lösung folgende Substanzen gut eingerührt:

1500 g Sägespäne 500 g Alaun;
200 „ Schwefelpulver 500 g gelöschter Kalk,
300 „ Mennige oder Glätte 500 g Werg.

(Deutsche Industriezeitung 1870; Dingl. pol. J. 198, S. 264.)

[2]) H. Hirzel, Industriebl. 1878, Nr. 30, S. 273; Chem. Ind. 1878, Nr. 5, S. 168; Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1878, S. 1001; Deutsche Industrie-Zeitung 1878, S. 219.

Das Leinöl wird zu diesem Zweck in einem geeigneten Kessel 12 bis 16 Stunden stark erhitzt. Anfangs geht man jedoch während einiger Stunden zweckmäßig nicht über 150 bis 160° C., dann verstärkt man das Feuer bis das Oel zu sieden beginnt und Zersetzungsproducte auftreten. Bei dieser Temperatur wird das Oel so lange eingekocht, bis eine herausgenommene Probe sich in lange zähe Fäden ziehen läßt. Das in gereinigtem Terpentinöl gelöste Kautschuk wird mit dem eingedickten Leinöl unter Anwendung von Wärme zu einer gleichmäßigen Masse gemischt; die Quantität Kautschuk, die man dem Oel zusetzt, kann sehr variiren. Je nachdem der Ueberzug mehr oder weniger elastisch sein soll, setzt man größere oder kleinere Mengen Kautschuk zu. Zum Färben der Masse wird Kienruß verwendet. Soll das Eintrocknen des Oels noch beschleunigt werden, so setzt man demselben während des Kochens 1 bis 2 Proc. Bleizucker oder borsaures Manganoxydul zu.

Nach Smith [1]) eignet sich folgende Composition:

4½ Liter gekochtes Leinöl werden mit 2 Pfund Kolophonium und 2 Pfund vorher in Naphta gelöstem Kautschuk zusammengemischt. Soll die Masse rasch trocknen, so setzt man eine gewisse Quantität Bleiglätte oder ähnlich wirkende Stoffe zu. Die wasserdicht zu machenden Stoffe werden mit dieser Masse überzogen.

Von den Methoden, die auf dem Wasserdichtmachen von Stoffen mit Leinöl ꝛc. beruhen, wollen wir folgende anführen.

Clark in Boston gibt nachstehendes Recept zur Behandlung der Pflanzenöle, welche zum Wasserdichtmachen von Stoffen bestimmt sind.

100 Thle. Leinöl z. B. werden in einem Kessel mit 5 bis 10 Thln. Schwefel gemischt und das Ganze während 5 bis 6 Stunden auf 293° C. erhitzt. Unter dem Einfluß des Schwefels geht das Oel in eine elastische, kautschukähnliche Masse über.

Zu 27 Liter der so erhaltenen Masse fügt man 4½ bis 27 Liter Benzin, worauf man das Gemenge einige Augenblicke bei mäßiger Wärme stehen läßt. Alsdann decantirt man das Benzin ab und fügt der Masse 2 bis 5 Proc. Terpentinöl oder Camphin zu.

Die so erhaltene Masse wird dann in schon beschriebener Weise mit der Streichmaschine auf die Gewebe aufgetragen.

Wir geben hier zwei Methoden, die sich auf die Verwendung von Auflösungen von Metalloxydseifen in Leinöl gründen.

Husson erzeugt auf der Faser eine unlösliche Metalloxydseife und bedient sich vornehmlich des Eisenoxyds wegen seines billigen Preises.

1 kg Kali- oder Schmierseife wird in der nöthigen Menge heißen Wassers aufgelöst, dann eine Auflösung von schwefelsaurem Eisenoxyd ebenfalls warm beigemischt. Durch Wechselzersetzung bildet sich schwefelsaures Kali und unlösliche Eisenoxydseife, die sich beim Stehen niederschlägt. Die überstehende Flüssigkeit wird von der unlöslichen Seife durch Decantation getrennt und

[1]) Engl. Abridgments India rubber and Guttapercha.

letztere mehrmals mit heißem Wasser ausgewaschen, bis alles schwefelsaure Kali daraus entfernt ist.

Man bringt alsdann die Eisenoxydseife auf feines Tuch, preßt sie aus und trocknet sie schließlich.

Diese Seife wird in 1 bis 2 kg Leinöl aufgelöst, in welchem vorher 100 g Kautschuk gelöst worden sind. Mit der erhaltenen Mischung werden die wasserdicht zu machenden Stoffe auf gewöhnliche Weise überzogen.

Derartige Stoffe sollen eine größere Weichheit besitzen als solche mit Theer getränkte.

O. Sander in Beuel bei Bonn (D. R.-P. Nr. 22 v. 6. Juli 1877) löst Harzseife in heißem Wasser, fällt mit Chlorcalcium, wäscht den Niederschlag aus und trocknet ihn. 70 Thle. desselben werden mit 30 Thln. Harz, Terpentin und Leinöl gemischt, erforderlichenfalls noch mit 8 bis 10 Proc. Bleiweiß versetzt. Die so erhaltene teigartige Masse wird mittels einer Bürste auf das Gewebe aufgetragen.

C. H. Scharf[1]) in Dresden benutzt zum Ueberziehen von Geweben die bei der Reinigung des Leinöls und der Rübölraffination sich ausscheidende Substanz (Firnißsatz). Dieselbe besteht aus gummi- und eiweißartigen Körpern gemischt mit Oel. 3 Thle. Leinölabfall werden mit 1 Thl. Rübölabfall gemischt und allmälig erhitzt, bis die anfangs syrupdicke Masse dünnflüssig geworden ist.

Ist dies erreicht, so läßt man die Masse auf 30° C. abkühlen und setzt derselben unter starkem Umrühren $^1/_{20}$ Benzin zu. Die so erzeugte Masse soll an Dehnbarkeit dem Kautschuk nicht nachstehen und es bei der Herstellung von wasserdichten Zeugen sogar übertreffen, da die damit behandelten Stoffe nicht brüchig werden. Sollen die Stoffe eine bestimmte Farbe erhalten, so wird die Masse vorher mit dem Farbstoff innig gemischt; die Beimengung des Farbstoffes darf die Masse nicht verdicken. Ehe die Stoffe behandelt werden sollen, werden sie durch Kochen mit Lauge von den zur Appretur verwendeten Stoffen, wie Fetten, Stärkekleister befreit, dann wieder sorgfältig getrocknet und gemangelt.

Das Auftragen der wasserdichten Masse auf das Zeug wird mittels einer Maschine bewirkt, welche mit Farb- und Druckwalze, ähnlich wie die Kattundruck- und Appreturmaschine und mit einem breiten Falzmesser zur Beseitigung der auf der Oberfläche des Zeuges zu stark aufliegenden Masse versehen ist. Von der Maschine weg wird das Zeug auf Holzrahmen aufgespannt, bis dasselbe beim Angreifen keine Farbe mehr abgibt, sich aber noch ölig anfühlt. Es muß dann zum zweiten Male unter verstärktem Druck durch die Walzen gehen, dann nochmals zum Trocknen aufgehangen oder der Luft durch Aufhängen ausgesetzt werden. Sollen die Zeuge einen tiefen Glanz haben, so tritt schließlich noch eine Nachwalkung auf einer Appreturmaschine ein.

Ein Verfahren zum Wasserdichtmachen[2]) von gewebten Fabrikaten, Leder, Papier ꝛc. ließen sich Huleux und Dreifuß in Paris (engl. Patent Nr. 438,

[1]) Deutsche Industriezeitung 1878, S. 277.
[2]) Chemiker Zeitung 1880, S. 175.

1879). Die Mischung besteht aus 1 kg gelbem oder weißem Wachs bester Qualität, 60 g engl. Firniß, 40 g Burgunderpech, 80 g Erdnußöl, 50 g Eisensulfat und 20 g Thymianessenz (!). Das Pech wird in einem Kessel geschmolzen, ebenso das gelbe Wachs, dem dabei das Eisensulfat zugesetzt wird. Dann werden sämmtliche Substanzen in den obigen Verhältnissen gemischt, gut umgerührt und die Masse bei gelinder Hitze erhalten, bis dieselbe flüssig und homogen geworden ist. In diese Mischung wird das wasserdicht zu machende Gewebe eingetaucht und dann zwischen erhitzten Walzen von einem Ueberschuß der Mischung befreit. Bei Leder wird die Mischung mit einer Bürste auf die innere Seite desselben gebracht, während das Leder auf einer erhitzten Platte liegt.

Herstellung von Wachstuch, Taffet und Linoleumteppichen.

Die Herstellung des Wachstuches geschieht durch Ueberziehen eines Gewebes entweder von Baumwolle oder dergleichen mit mehreren Schichten von Leinöl, das vorher mit Bleioxyd eingekocht und dem die gewöhnliche Farbe zugesetzt ist. Die Leinölschichte wird schließlich mit einem durchsichtigen Firniß überzogen. Die zum Ueberziehen verwendeten Mischungen enthalten kein Wachs, obgleich es der Name anzudeuten scheint. Die wichtigsten Sorten werden in folgender Weise dargestellt:

Fußteppiche. Man verwendet hierfür ein sehr dichtes Gewebe mit gleichmäßig dicken Fäden und egaler Stärke.

Um die Poren zu verstopfen, wird zuerst eine Schichte von Leim und Kleister aufgetragen. Hierauf wird das Tuch auf ein länglich viereckiges Holzgestell gespannt und durch geeignete Vorrichtung gleichmäßig fest gespannt. Nun bringt man Tuch und Gestell auf eine geeignete Unterlage und trägt eine dünne Schichte des mit Bleioxyd zu einer zähen Masse eingekochten Leinöls auf. Um die Masse auf dem Tuch gleichmäßig zu vertheilen, bedient man sich eines Streichmessers und ist besondere Sorgfalt darauf zu verwenden, daß die Masse gleichmäßig und an keiner Stelle zu dick aufgetragen wird. Alsdann läßt man in Trockenräumen oder in freier Luft das Gewebe trocknen.

Nach dem Trocknen reibt man den Ueberzug mit Bimsstein sorgfältig ab und überzieht dann von Neuem mit der Leinölmischung. Das Abreiben und Auftragen wird so oft wiederholt, bis die aufgetragene Schichte die hinreichende Stärke hat. Meistens genügen 6 bis 7 Schichten.

Das Trocknen in freier Luft erfordert für jede Schicht bei schönem Wetter 3 bis 4 Tage; das Trocknen im Trockenraume soll sich nicht bewährt haben (wahrscheinlich wegen falscher Einrichtung der Trockenanlage). Ist das Tuch vollständig trocken, so werden die Dessins darauf gedruckt. Man bedient sich dazu in Holz ausgeschnittener Druckplatten, die in Relief das gewünschte Dessin gravirt enthalten.

Die in Holz eingravirte Zeichnung wird alsdann in folgender Weise auf das Tuch gedruckt.

Der Holzblock wird auf das mit Oelfarbe bestrichene Farbkissen gedrückt und darauf auf die Leinwand unter Anwendung einer kleinen Presse aufgepreßt.

Die Zeichnungen werden auf der Leinwand von dem Drucker in passender Weise aufgedruckt; sollen mehrfarbige Zeichnungen hergestellt werden, so ist ein Ueberdrucken mit den verschiedenen Platten und Farben erforderlich.

Nach dem Aufdrucken der Figuren läßt man trocknen und überzieht nachher mit einem durchsichtigen Firniß, der meistens aus Terpentin, Leinöl und Gummilack besteht. Die leichte Art der Reinigung hat diesen Teppichen eine ziemlich bedeutende Verwendung für Speisezimmer, Toilettezimmer ꝛc. gesichert.

In neuerer Zeit sind sie jedoch hier und dort verdrängt worden durch sogenannte Linoleumteppiche, die aus einem Gewebe, das mit einer Mischung von gekochtem Leinöl mit Korkpulver bestrichen ist, hergestellt werden. Das eingekochte Leinöl wird mit Korkpulver auf Walzen innig geknetet und die erhaltene Masse ähnlich wie beim Camptulikon auf das Gewebe aufgetragen.

An Stelle des Leinölfirniß läßt sich nach unserer Ansicht mit Vortheil der früher erwähnte Oelkautschuk verwenden.

Nach Auftragen der Leinölkorkmasse wird der Teppich ganz in derselben Weise, wie vorgehend beschrieben wurde, bedruckt und zuletzt mit einem Firniß versehen.

Die Linoleumteppiche sind auch an Stelle von Camptulikon empfohlen worden, haben aber diesem gegenüber den Nachtheil, daß sie weit brüchiger sind.

Außer den oben angeführten Mischungen sind noch zahlreiche Compositionen empfohlen worden, die alle den Namen Linoleum führen. Wir geben hier noch die Beschreibung von zwei Verfahren; das eine ließ sich Friederik Walton in Twickenham (D. R.-P. 12908) zur Herstellung von Linoleumteppichen ꝛc. patentiren. Der oxydirte Oelkitt wird zwischen einer Lage Gewebe und einer Lage Papier eingewalzt. Zu diesem Zwecke wird sowohl das Gewebe, wie auch das endlose Papier zwischen zwei Walzen geführt, die zusammen rotiren. In den muldenförmigen Raum zwischen Papier und Gewebe, dort, wo beide an der Greifstelle der Walzen zusammenkommen, wird das kittende Material gebracht, das aus oxydirtem Oel, Farbe, Gummi, Harz und Terpentin (letzteres um die Mischung zu erweichen) besteht. Die Walzen werden geheizt, und wenn die aus obigen Stoffen zusammengesetzte Masse sie in Tafelform verläßt, verdampft das Terpentin und der Kitt erhärtet.

Der Kitt zur Vereinigung des Gewebes mit dem Papier besteht aus:

Kitt[1]	40 Thle.
Ocker	55 „
Mennige	3 „
Harz	2 „
Paraffin	2 „

Um die Masse bildsamer zu machen gibt man einen Terpentinzusatz; durch die Wärme der Walzen verdampft das Terpentin und die Masse erhärtet.

Der übrige Theil der Patentbeschreibung ist so unklar gehalten, daß wir es unterlassen, hier Weiteres darüber mitzutheilen.

[1]) Unter Kitt ist hier eine Mischung von 896 Thln. oxydirtem Oel, 394 Thln. Harz, 107 Thln. Neuseeländer Gummi verstanden.

K. Schwamkrug[1]) in Saalfeld überzieht zur Herstellung des sogenannten Linoleums oder Korkteppichs straff eingespanntes Leinen mit Firniß, siebt feines Korkmehl auf und wiederholt nach dem Trocknen dieses Verfahren, bis die gewünschte Dicke erreicht ist. Zur Herstellung des genannten Firnisses wird 1 kg geschmolzenes Kolophonium mit 0,5 kg Leinölfirniß gemischt, dann 3,5 kg verdünnte Ammoniakflüssigkeit zugesetzt, aufgekocht und schließlich noch im Verhältniß von 10 zu 8 dick eingekochter Leinölfirniß zugesetzt.

Die Herstellung der Tafelteppiche geschieht ganz in derselben Weise durch Ueberziehen der geeigneten Stoffe mit dem Leinölbleioxydteig; damit aber die Stoffe größere Weichheit erhalten, wird das Grundiren anstatt mit Leim und Kleister, mit Leinsamenschleim vorgenommen. Nach dem Ueberziehen mit dem Leinöl wird den Teppichen manchmal nur ein einfacher Farbenanstrich gegeben, sehr oft aber imitirt man durch Bemalen die verschiedenen Holzarten, Eichen 2c. Zum Bemalen bedient man sich häufig statt der langsam trocknenden Oelfarben, der mit Leimwasser angemachten Malerfarben. Die bemalten Teppiche werden mit einem Firniß überzogen.

Um den Decken ein schöneres Aussehen zu geben, wird häufig die Rückseite mit einer dünnen Schichte grün oder roth gefärbter Scheerhaare überzogen. Das Tuch wird auf der Rückseite mit einem klebrigen Stoff bestrichen und die gefärbten Haare durch ein feines Sieb oder mit der Hand darauf gebracht.

Tapeten werden ganz in derselben Weise hergestellt wie die Teppiche, man überzieht die geeignete Leinwand ebenso wie oben beschrieben. Bei der Verwendung ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß man feuchten Stellen, die damit bekleidet werden sollen, vorher einen Anstrich von Asphalt oder dergl. gibt. Haben die Wachstuchtapeten nach längerer Zeit ihren Glanz verloren, so können sie nach vorhergegangenem Reinigen mit Seifenwasser wieder mit einem Firniß überstrichen werden.

Die Fabrikation des gewöhnlichen Wachstuches unterscheidet sich nur wenig von derjenigen der Teppiche und Tafeldecken.

Nachdem die Stoffe auf einen Rahmen aufgespannt sind, werden sie mit Kleister auf der einen Seite grundirt. Ist das Gewebe und der Kleister trocken, so wird mit Bimstein abgerieben, um eine möglichst gleichmäßige Fläche zu erhalten. Dann wird Leinöl-Bleioxydmischung, der gewöhnlich 20 bis 25 Proc. Kreide zugesetzt wird, in früher beschriebener Weise mehrmals aufgetragen.

Soll schwarzes Wachstuch hergestellt werden, so wird die letzte Schichte mit Kienruß gemischt. Nach dem Trocknen erhalten das Tuch, die Tafeldecken und die Teppiche noch einen elastischen Firnißüberzug.

Im Detail werden die verschiedenen Methoden der Teppich-, Tischdecken- und Wachstuchfabrikation außerordentlich variiren; wir haben uns hier nur darauf beschränkt, die Grundzüge der Fabrikation darzustellen.

---

[1]) D. R.-P. Nr. 11464.

Methoden,
bei denen durch Imprägniren mit Fetten, Paraffin, Theer, Metalloxydsalzlösungen und Verdunsten dieser Lösungen oder Erzeugung von Niederschlägen durch chemische Umsetzung die Wasserdichtigkeit des Stoffes erreicht wird.

a. Erzeugung einer Fett-, Paraffin- oder Theerschichte auf der Faser.

Eine der einfachsten und wohl auch der billigsten Methoden zum Wasserdichtmachen von Stoffen ist das Tränken derselben in Fett-, Paraffin- oder Theerlösungen.

Für die Herstellung von wasserdichten Kleidungsstoffen, Schirmen 2c. werden Stearin-, Paraffin- und Wallrathlösungen benutzt, während für die gröberen Stoffe, Wagendecken, Zeltbedachungen, Dachpappen, Theer, entweder Holz- oder Steinkohlentheer verwendet wird. Das Wasserdichtmachen mit diesen Stoffen ist auf zwei Ursachen zurückzuführen.

Einestheils bleibt nach dem Verdunsten des Lösungsmittels das Stearin oder Paraffin als eine feine Schichte auf der Faser zurück und füllt gleichzeitig die vorhandenen Poren theilweise aus; anderntheils wird durch Ablagerung dieser Stoffe auf der Faser das Ansaugungsvermögen und die Adhäsion zwischen Wasser und Gewebe vollständig aufgehoben.

Die zu imprägnirenden Gewebe werden in eine 10 bis 15 procentige Lösung von Paraffin in Benzin einige Minuten lang getaucht, dann auf einen Haspel gerollt und das Lösungsmittel verdunsten gelassen.

Um solche Stoffe, wie Regenmäntel 2c., die für Damenkleider verwendet werden, wasserdicht zu machen, muß ein möglichst hochschmelzbares Paraffin oder Stearin und ein reines Benzin als Lösungsmittel benutzt werden, damit nach dem Verdunsten des Lösungsmittels kein unangenehmer Geruch zurückbleibt. Damit für feinere Stoffe die Weichheit, der Griff, die Farbe 2c. durch eine zu dicke Ablagerung von Paraffin oder Stearin auf der Faser nicht beeinträchtigt werden, verwendet man nur möglichst dünne Lösungen (6 bis 8 proc.) zum Imprägniren und trägt Sorge, daß beim Herauskommen der Stoffe aus der Lösung das überschüssige Paraffin oder Stearin durch Abstreichen und gelindes Pressen entfernt wird.

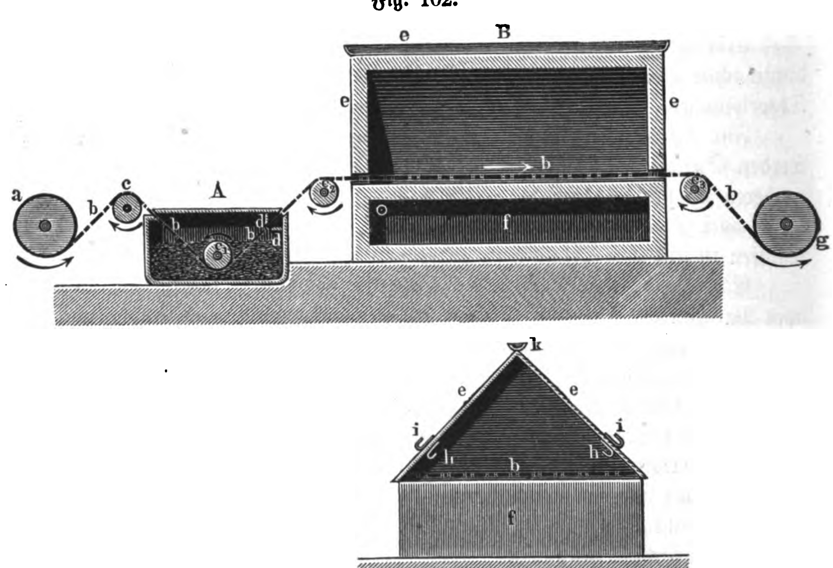
Auf diese Weise imprägnirte Stoffe lassen nur bei näherer Untersuchung erkennen, daß sie imprägnirt sind; selbst die feinsten Farbennüancen bleiben intact. Gegen das Licht gehalten sehen derartige Stoffe aus als wenn die Zwischenräume zwischen den Fasern frei wären, meistens sind sie jedoch durch ein dünnes Paraffinhäutchen geschlossen. Bei öfterem Biegen und Zusammenfalten des Stoffes werden die Zwischenräume durch das Brechen des Paraffinhäutchens geöffnet. Der Stoff verliert dadurch an Wasserdichtigkeit, bleibt aber immer noch dicht genug, um als Schutzmittel gegen den Regen dienen zu können, namentlich wenn das Gewebe nicht zu weitmaschig ist.

Es versteht sich von selbst, daß man zur Herstellung von wasserdichten Stoffen möglichst dichte Gewebe verwendet. Für die Herstellung solcher Ge-

webe, die gewaschen werden sollen, z. B. Bettwäsche, empfiehlt sich dieses Verfahren nicht, da die Stoffe durch öfteres Waschen ihre Wasserdichtigkeit theilweise einbüßen.

Das Verfahren stellt sich sehr billig; besonders wenn durch eine geeignete Vorrichtung das Benzin (oder andere Lösungsmittel) wiedergewonnen wird. Wir geben hier die Skizze eines Imprägnirapparates mit einer Vorrichtung

Fig. 102.



zur Wiedergewinnung des Lösungsmittels und glauben wir, daß der Apparat sehr zweckentsprechend sein muß.

A (Fig. 102) stellt ein Gefäß von 1 m Länge und einer Breite, die ausreicht, um die Stoffe ihrer ganzen Breite nach durchpassiren zu lassen, dar. *B* ist ein aus Blech hergestellter Behälter, dessen Boden *f* aus einer durch Dampf heizbaren Platte besteht, und dessen Bedeckung *e* die Form eines Daches hat. Ueber der First des Daches läuft eine Rinne *k* hin, aus welcher fortwährend kaltes Wasser zu beiden Seiten des Daches herunterfließt.

Das Dach selbst ist mit einer Leinwanddecke überdeckt, um das rasche Abfließen des Wassers zu vermindern; letzteres sammelt sich in den beiden Rinnen *i*.

Das sich im Inneren des Kastens *B* verdichtende Benzin sammelt sich in den beiden Rinnen *h*.

Die Bedienung ist folgende:

In den Kasten *A* wird die Stearin- oder Paraffinlösung gebracht. Auf Haspel *a*, der mit einer Hemmvorrichtung versehen, ist das zu imprägnirende Tuch *b* aufgewickelt; von hieraus gelangt es über die Walze *c* nach der Walze c_1 (welche herausgenommen werden kann), unter derselben durch nach der Walze c_2.

Auf diesem Wege passirt es die Lösung im Kasten *A*, sowie zwei Streichmesser *d*, welche die überflüssige Substanz abstreichen. Sodann tritt es in den Apparat *B* ein, geht hier über den Wärmetisch *f*, wobei das Lösungsmittel verdampft und tritt bei c_3 wieder aus, um schließlich auf den Haspel *g* aufgerollt zu werden.

Die beiden Apparate *A* und *B* müssen möglichst geschlossen sein, um ein Verdunsten des Benzins zu verhindern. Ferner ist zu beachten, daß die Hitze nicht über ca. 40 bis 50° gesteigert werde. Bei dem Aufwinden auf den Haspel *g* hat der Arbeiter möglichst langsam zu Werke zu gehen, damit das Tuch gehörig mit der Fett- oder Paraffinlösung imprägnirt ist und trocken aus dem Kasten *B* austritt.

Lienau[1]) in Lübeck ließ sich folgendes etwas abgeändertes Verfahren zum Wasserdichtmachen von Pflanzenfasern patentiren (D. R.-P. 8774 f.). Danach werden 20 Thle. eines möglichst geruchlosen Petroleums mit 1/4 Thl. gewöhnlichem Oel, 1/4 Thl. hellstem Kolophonium und 1/8 Thl. Paraffin versetzt, und so lange bei 75° erhitzt, bis sich alles gelöst hat. Hierauf fügt man 60 bis 80 Thle. Wasser zu und erhitzt wieder so lange, bis die trübe Flüssigkeit fast klar geworden ist. Sobald die Mischung nun auf 60° C. erkaltet ist, gibt man die Pflanzenfasern ein und läßt sie so lange darin, bis sich kein Aufschäumen mehr an der Oberfläche zeigt. Garne, Gewebe und Säcke ꝛc. werden langsam hindurchgezogen, bis das Aufschäumen ebenfalls aufhört. Die Stoffe werden alsdann ausgeschleudert (die ablaufende Brühe kann wieder benutzt werden) und hierauf in reines Wasser geworfen. Nach 1 bis 2 Stunden schleudert man nochmals aus und wiederholt diese Manipulation so lange, bis keine Tränkungsmasse mehr auf der Oberfläche der Faser vorhanden ist. Schließlich werden die Stoffe getrocknet.

Neu an diesem Verfahren ist eigentlich nichts; die Verwendung einer Auflösung von Kolophonium und Wachs in Petroleumbenzin ist schon uralt, und Stenhouse schon vor 15 bis 20 Jahren patentirt worden.

Statt die Gewebe in Lösungen von Paraffin zu tauchen, hat Stenhouse vorgeschlagen, die auf einer heißen Metallplatte aufgespannten Stoffe mit festem Paraffin zu überstreichen.

Auf einem Tisch, der mit Dampf auf 100° C. erhitzt ist, breitet man die Stoffe aus und reibt mit festem Paraffin alle Stellen des Gewebes regelmäßig ein, worauf man mit einem warmen Eisen oder mit Hilfe hohler, durch Dampf geheizter Cylinder das Paraffin vertheilt.

Zur Herstellung von schwereren Stoffen, die zu Zeltdecken, Wagendecken ꝛc. dienen, wird statt Paraffin- oder Stearinlösung Theer, dem nöthigenfalls noch Harz oder Kolophonium zugesetzt wird, verwendet. Bei der Verwendung des Theers zum Wasserdichtmachen kommen die in demselben enthaltenen schweren Kohlenwasserstoffe zur Geltung.

Die Erzielung eines brauchbaren Resultates nach diesem Verfahren hängt wesentlich von der Qualität des Theers ab.

---

[1]) Deutsches Wollengewerbe 1880, S. 1390.

Ist derselbe zu dickflüssig oder vor der Verwendung nicht entsprechend verdünnt, so brechen die Stoffe, weil die Faser derselben beim Imprägniren mit einer zu dicken Schichte Theer umhüllt wird, vergleichbar dem Brechen des Dochtes einer Stearinkerze. Hat der Theer zu viel klebrige Bestandtheile, so trocknen damit imprägnirte Stoffe nur sehr langsam, und behalten oft dauernd die Eigenschaft, bei geringer Erwärmung wieder zusammen zu kleben.

Die Anwendung des Theers empfiehlt sich hauptsächlich für Gegenstände, die mit Seewasser in Berührung kommen, wie Schiffstaue, Segel &c. Außer der Eigenschaft wasserdicht zu machen, besitzt der Theer auch antiseptische Wirkungen, welche verhindern, daß die damit imprägnirten Stoffe leicht der Fäulniß unterliegen.

Man unterscheidet im Handel vier verschiedene Sorten Theer:

1. Holztheer,
2. Torfkohlentheer,
3. Braunkohlentheer und
4. Steinkohlentheer.

Als wesentlichste Producte, die darin vorkommen, sind: Benzin, Leuchtöl, Photogen und Solaröl, Schmieröle, Paraffin &c. zu nennen.

Zum Imprägniren verwendet man vorzugsweise Stein- und Braunkohlentheer.

Die mit Theer zu imprägnirenden Stoffe werden entweder durch denselben gezogen oder es wird ersterer mit einem Pinsel aufgetragen.

b. Methoden, welche auf dem Eintauchen der Gewebe in Metalloxydsalzen, beispielsweise: Eisenoxydsalze, schwefelsaure Thonerde, Alaun &c. und Erzeugung eines unlöslichen Niederschlags, durch Fällung mit vegetabilischem oder thierischem Leim, Gummi &c. oder auf der Zersetzung leicht zersetzlicher Salze (essigsaure Thonerde &c.) beruhen.

Eine Reihe von Metalloxydsalzlösungen werden ebenfalls zum Wasserdichtmachen von Geweben benutzt. Vornehmlich sind dies: Alaun, schwefelsaure Thonerde, essigsaure Thonerde, essigsaures Bleioxyd, schwefelsaures und essigsaures Zinkoxyd, Eisenvitriol, Kupfervitriol &c.

Durch Umsetzen mit Kalksalzen, Alkalien &c. oder Zersetzen durch Hitze erzeugt man auf der Faser unlösliche Niederschläge von Metalloxyden oder unlöslichen Metalloxydsalzen; letztere sollen dazu dienen, die Poren auszufüllen und dadurch die Stoffe wasserdicht machen.

Auf diese Weise wird nur in den seltensten Fällen eine genügende Wasserdichtigkeit erzielt; meistens widersteht der Stoff nur kurze Zeit dem Wasser.

Um auf diese Weise ein brauchbares Resultat zu erzielen, muß man meistens noch andere Stoffe, wie Leim, Gummilack, Schellack, Sanderac, Kolophonium &c. zusetzen. Die Wirkung der Metalloxydsalze ist in dem Falle mehr eine conservirende, als eine wasserdichtmachende.

Wir wollen hier einige Verfahren mittheilen.

Verfahren von Fehling. Man löst 80 Thle. Alaun, setzt 16 Thle. essigsaures Blei zu, läßt absitzen und trennt die Flüssigkeit durch Decantation

von dem Niederschlage (schwefelsaurem Bleioxyd). In dieser Lösung läßt man die Stoffe einige Zeit kochen und bringt sie dann in eine Lösung, die aus

32 Thln. Leim,
16 „ Fischleim,
8 „ Gummiarabicum

besteht.

Nach einem Verfahren von Avieny-Flory, Bayol & Laurens soll man auf folgende Art ein vollständig elastisches, weiches, wasserdichtes Gewebe erhalten, welches auch bei öfterm Waschen seine Wasserdichtigkeit behält.

In ein größeres Gefäß werden ungefähr 1000 L. Wasser, 100 kg krystallisirter Alaun, 40 kg kohlensaurer Kalk oder Kreide, 1,5 kg Gummi, vorher in Alkohol gelöst, gebracht. Die Mischung wird absitzen gelassen und die klare Flüssigkeit in ein anderes Gefäß abgezogen. Durch Einleitung von Dampf wird sie auf 60 bis 70° C. erhitzt, die Gewebe hinein gebracht und darin bewegt und gewalkt. Sind die Stoffe gehörig bewegt und imprägnirt, so werden sie herausgenommen und getrocknet.

Das Wasserdichtwerden der Stoffe beruht nach unserer Ansicht bei diesem Verfahren auf folgender Reaction:

Durch Zusatz von kohlensaurem Kalk zu der Alaunlösung bildet sich sogenannter neutraler Alaun, $K_2SO_4 . Al_2 3SO_4 . Al_2O_6H_6$, oder richtiger basischer Alaun. Wird die Lösung des basischen Alauns auf 40 bis 50° C. erhitzt, so scheidet sich eine unlösliche Masse (künstlicher Alunit, unlöslicher Alaun als $K_2SO_4 Al_2 3SO_4 . 2Al_2O_6H_6$) ab, während gewöhnlicher Alaun in Lösung bleibt. Im vorliegenden Fall wird dieser unlösliche Niederschlag durch Kochen mit Dampf auf der Faser erzeugt; der Zusatz von Gummisandarac dient nur dazu, den basischen Niederschlag zu fixiren.

Eine ganze Reihe von Methoden zum Wasserdichtmachen beruhen auf der Eigenschaft des Alauns oder der schwefelsauren Thonerde mit Leim unlösliche Niederschläge zu erzeugen. Die auf diese Weise wasserdicht gemachten Gewebe haben nur den Nachtheil, daß die Faser oft hart und spröde wird. Man sucht diesem Uebelstand dadurch abzuhelfen, daß man entweder Fette, wie Leinöl, in neuerer Zeit auch Glycerin oder Seifen der Alaunleimlösung beimischt.

Wir wollen folgende Beispiele geben:

1. Verfahren von Muzmann und Krakowiser. 500 g Gelatine, 500 g Talgseife, 750 g Alaun und 17 L. Wasser werden zusammengemischt. Man löst zu diesem Zweck zuerst die Gelatine und die Seife in kochendem Wasser auf. Sobald die beiden Körper vollständig aufgelöst sind, so fügt man Alaun zu, setzt das Kochen noch 1/2 Stunde fort und läßt alsdann die Flüssigkeit auf 40° C. erkalten. Hierauf werden die wasserdicht zu machenden Stoffe so lange hineingelegt, bis sie vollständig durchdrungen sind. Dann werden sie heraus genommen, getrocknet, gewaschen, wieder getrocknet und auf dem Kalander appretirt. Bei diesem Verfahren wird durch den Alaun die Seife theilweise zersetzt und es bildet sich entweder freie Fettsäure oder eine saure Fettsäureverbindung; der Leim verbindet sich mit dem Alaun zu einer unlöslichen Ver-

bindung. Die freie Fettsäure oder die saure Fettsäureverbindung ist in der Flüssigkeit suspendirt und schlägt sich größtentheils mit dem Leim und Alaun auf der Faser nieder.

Zum Wasserdichtmachen von Filz, wollenen und halbwollenen Geweben hat man folgendes Verfahren vorgeschlagen [1]):

100 Gew.-Thle. Alaun,
100 „ thierischer oder pflanzlicher Leim,
5 „ Tannin,
2 „ kieselsaures Natron.

Die aus diesen Stoffen bestehende Lösung wird folgendermaßen bereitet:

100 Gew.-Thle. Alaun werden für sich allein in einem gleichen Gewichte kochenden Wassers aufgelöst. In einem mit kaltem Wasser gefüllten Gefäße läßt man 100 Thle. Leim (am besten thierischen) so lange quellen, bis er sein doppeltes Gewicht an Wasser aufgenommen hat. Das überschüssige Wasser wird abgegossen und der Leim durch Erhitzen zum Auflösen gebracht. In die kochende Leimlösung gießt man 5 Thle. Tannin und 2 Thle. kieselsaures Natron.

Die auf diese Weise getrennt hergestellten Lösungen werden in ein gemeinsames Gefäß gegossen und unter Umrühren gekocht, bis sie sich vollständig vermischt haben. Alsdann läßt man sie kalt werden, worauf die Masse eine gelatineartige Beschaffenheit annimmt. Mit dieser Masse wird der Filz oder das Gewebe behandelt, um es undurchdringlicher und consistenter zu machen. Für die Behandlung bereitet man ein Bad in folgender Weise:

1 kg der erhaltenen gelatineartigen Masse läßt man in einem Gefäß, in welchem 10 bis 12 kg Wasser enthalten sind, drei Stunden lang kochen. Das Wasser, welches beim Kochen verdampft, wird durch frisches ersetzt, damit das Bad stets dieselbe Consistenz besitzt, was mit Hülfe eines Densimeters controlirt wird. Nach beendigtem Kochen kühlt man das Bad auf 80° ab und taucht das Gewebe oder den Filz $^1/_2$ Stunde lang in dasselbe ein. Das wohl imprägnirte Gewebe wird 6 Stunden lang in horizontaler Lage auf einem Tisch ausgebreitet, damit die Flüssigkeit abtropfen kann. Dieses Ausbreiten muß bei gewöhnlicher Temperatur in der Weise geschehen, daß das Gewebe oder der Filz in allen seinen Theilen eine gleiche Menge Flüssigkeit enthält. Die abtropfende Flüssigkeit wird gesammelt und später von Neuem benutzt.

Alsdann wird das Gewebe oder der Filz an der Luft, der Sonne oder in einem Trockenraume bei 50° getrocknet, wobei derselbe stets in horizontaler Lage bleibt, damit die Flüssigkeit auf seiner ganzen Fläche gleichmäßig vertheilt bleibe.

Der auf diese Weise behandelte Filz oder Webstoff hat eine viel größere Consistenz, Widerstandsfähigkeit und Schwere angenommen; er ist wasserdicht geworden ohne daß er die Ausdünstung verhindert, wenn man Kleidungsstücke aus demselben trägt.

Es ist jetzt nur noch nöthig, daß man das Gewebe appretirt oder zwischen zwei auf 50° C. erhitzten Walzen calandrirt. Wird die beschriebene Behandlung

[1]) Allgem. polyt. Zeitg. 1880, S. 17.

nach dem Färben vorgenommen, so hat dies den Zweck, die Farbe vollständig zu fixiren. Bei zarten Farben ist es rathsam, sehr weißen Leim und vollständig reinen, eisenfreien Alaun anzuwenden.

Nach einem Verfahren von Muston, Amsterdam, löst man 5 kg Alaun und ebensoviel essigsaures Blei in 500 L. kaltem Wasser auf; außerdem löst man 500 g Fischleim in der nöthigen Quantität heißem Wasser auf. Die beiden Flüssigkeiten werden in einem Bassin zusammengemischt. Nachdem sie 2 Stunden zum Absetzen gestanden haben, wird die klare, farblose Flüssigkeit abgezogen und in ein anderes Gefäß gefüllt.

In diese Flüssigkeit [1]) werden die zu imprägnirenden Stoffe ungefähr 12 Stunden unter öfterem Bewegen eingetaucht.

Wenn farbige Stoffe auf diese Weise imprägnirt werden sollen, so hat man Sorge zu tragen, daß nicht Stoffe von ungleicher Farbe zusammengegeben werden, weil sonst leicht ein Beschmutzen stattfinden kann.

Kommen die Stoffe aus dem Bade heraus, so läßt man sie ablaufen und bürstet, ehe sie vollständig trocken sind, gehörig mit einer Bürste. Sobald das Tuch trocken ist, wird es von Neuem gebürstet und gepreßt.

Die nach beiden Verfahren hergestellten wasserdichten Stoffe widerstehen nur kurze Zeit der Einwirkung des Wassers.

Nach einem Verfahren von Becker-Devillaine werden folgende Stoffe angewandt:

12 L. weiches Wasser,
60 g Wallrath,
60 „ Leinsamen,
1 L. Abkochung von 200 Schnecken,
60 g Hausenblase,
185 „ Alaun.

Diese Mischungen werden in einem Theile des Wassers durch Kochen aufgelöst, geschmolzen, dann werden sie, um eine gleichmäßige Mischung zu erhalten, durch ein feines Sieb geschlagen [2]).

In der erhaltenen Flüssigkeit werden die Gewebe imprägnirt, wozu man sich zweckmäßig der in Fig. 103 (a. f. S.) abgebildeten Maschine bedient.

Fig. 103 ist ein Aufriß und Fig. 104 ein Längsschnitt der Maschine.

aa sind Druckwalzen; *b* Walze, auf welche der zu imprägnirende Stoff gewickelt ist; *b'* Haspel, worauf sich der imprägnirte Stoff aufwickelt. *c* ist eine Bewegungsrolle, welche sich frei von der Achse in den beiden Armen *d* (Fig. 104) bewegt; sie dient dazu, die Stoffe unter der Flüssigkeit zu halten und nahe dem Boden des Kessels passiren zu lassen. Die Arme *d* sitzen in einer Fuge im Kessel. Der äußere Kessel *e* wird vom Feuer berührt und dient

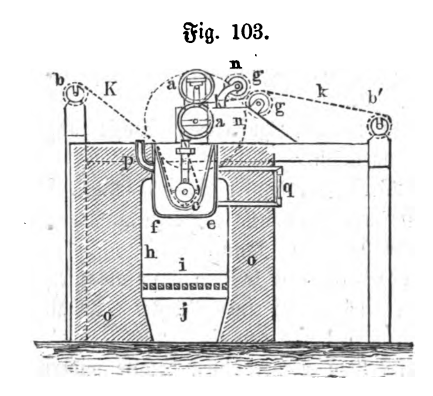
[1]) In der Flüssigkeit ist hauptsächlich enthalten: essigsaure Thonerde, essigsaures Kali und vielleicht ein kleiner Ueberschuß von essigsaurem Bleioxyd, sowie die darin aufgelöste Menge Fischleim.

[2]) Statt des Wallraths soll auch Stearin- und Margarinsäure oder Wachs verwendet werden können.

als Wasserbad. Die Walzen *g* sind mit Bürsten versehen, welche der Stoff passirt, wenn er die Druckpressen verlassen hat. *h* ist der Feuerraum, *i* sind die Roststäbe.

Der Stoff *k* wird von der Walze *b* abgerollt, passirt dann die Walze *c* in dem Kessel, welche ihn unter die Flüssigkeit preßt, geht dann durch die Druckwalzen *a*, welche die überschüssige Flüssigkeit auspressen, hierauf durch die mit Bürsten versehenen Walzen *g* und wird schließlich auf den Haspel *b'* aufgerollt.

Fig. 103.



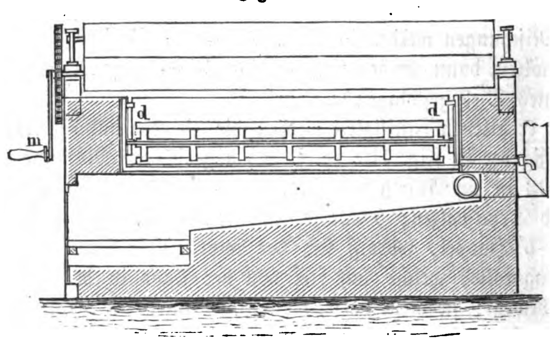
m (Fig. 104) ist eine Kurbel an der Achse *d* und dient dazu, um die Walze *a* zu bewegen. *n* sind gebogene Arme, die die Walze *g* tragen. Man kann sie, je nachdem man härter oder weicher bürsten will, heben oder senken.

o ist ein festes Mauerwerk; durch die Röhre *p* wird das Wasserbad gespeist; *q* ist das Wasserstandsglas. Die Cylinder und Walzen *b* und *g* sind mit einer Vorrichtung für Riemenbetrieb versehen.

Diese Maschine eignet sich zum Imprägniren von Stoffen nach verschiedenen Methoden.

Verschiedene Methoden zur Herstellung von wasserdichten Stoffen beruhen darauf, das Gewebe mit essigsaurer Thonerdelösung zu imprägniren und diese

Fig. 104.



unter Einwirkung gelinder Wärme in ein basisches essigsaures Salz umzuwandeln.

Wegen ihrer Billigkeit, der leichten Ausführung u. s. w. eignen sich diese Methoden vorzüglich zur Herstellung von wasserdichten Kleidungsstoffen u. dergl.

Wir wollen einige der einfachsten und besten Methoden hier beschreiben.

1. Verfahren von Balard[1]). 30 g essigsaures Blei und 30 g schwefelsaure Thonerde werden jedes für sich in je 1/2 L. Wasser gelöst. Die beiden Lösungen werden alsdann mit einander gemischt, wobei sich ein weißer Niederschlag von schwefelsaurem Bleioxyd ausscheidet, während essigsaure Thonerde in Lösung bleibt[2]). Man decantirt die klare Flüssigkeit ab. In dieser essigsauren Thonerdelösung wird das wasserdicht zu machende Gewebe eingeweicht und durchgewalkt; dann herausgenommen und an der Luft trocknen gelassen. Beim Trocknen zersetzt sich die essigsaure Thonerde; freie Essigsäure entweicht, wie man durch den Geruch leicht wahrnehmen kann und es bildet sich basisch essigsaure Thonerde. Letztere ertheilt dem Gewebe die Eigenschaft, als wenn es mit Fett getränkt wäre.

Das Verfahren ist sehr einfach; die damit imprägnirten Gewebe lassen sich leicht färben, da essigsaure Thonerde als Mordant wirkt. Die Haltbarkeit der Stoffe wird sehr wenig beeinträchtigt. Die Darstellung von essigsaurer Thonerde kann nach unserer Ansicht einfacher als durch Umsetzen von schwefelsaurer Thonerde und essigsaurem Blei folgendermaßen bewirkt werden.

An Stelle des essigsauren Bleioxyds verwendet man essigsauren Kalk:

$$Al_2\,3\,SO_4\,.\,3\,[Ca\,2\,(OC_2H_3O)] = Al_2\,6\,(OC_2H_3O) + (SO_4Ca)_3.$$

Auf 34 Thle. schwefelsaure Thonerde kommen 48 Thle. essigsaurer Kalk. Es bildet sich, wie aus vorstehender Formel ersichtlich, durch Umsetzen schwefelsaurer Kalk und essigsaure Thonerde. Ersterer ist unlöslich und kann durch Decantation oder Filtration von der essigsauren Thonerde, welche sich in Lösung befindet, getrennt werden.

Bei anderen Verfahren setzt man der auf eine oder die andere Weise erzeugten essigsauren Thonerdelösung entweder Leim, arabisches Gummi, Seife oder andere Stoffe zu. Durch den Zusatz dieser Stoffe soll die Wasserdichtigkeit noch vermehrt und das basisch essigsaure Salz auf der Faser fixirt werden.

2. Verfahren von Braff.

76 Thle. Alaun werden in 2 L. Wasser gelöst, 15 g essigsaures Blei werden in 500 g Wasser gelöst und beide Lösungen mit einander vermischt und filtrirt.

Mit besserm Erfolg als Alaun werden Chromsalze und Chromoxydsalze mit Leim ꝛc. zum Wasserdichtmachen verwendet.

Wie bekannt, wird durch Mischen von Leim mit saurem chromsaurem Kali und Exponiren der Masse an das Licht, der Leim unlöslich. Diese Eigenschaft benutzt man, um wasserdichte Gewebe herzustellen. Man verfährt dabei in folgender Weise:

---

[1]) Während der Belagerung von Paris 1870/71 wurde in der Soc. d'encouragem. in der Absicht, die Truppen vor Nässe zu schützen, ein Preis für ein einfaches Verfahren zum Wasserdichtmachen von Geweben ausgesetzt. Balard gab in Folge dessen oben näher beschriebenes Verfahren an.

[2]) Folgende Formeln veranschaulichen den chemischen Vorgang:

$$\underbrace{Al_2\,3\,SO_4}_{\text{schwefelsaure Thonerde}} + \underbrace{3\,[Pb\,(OC_2H_3O)_2]}_{\text{essigsaures Blei}} = \underbrace{Al_2\,.\,6\,(O\,.\,C_2H_3O)}_{\text{essigsaure Thonerde}} + \underbrace{3\,PbSO_4}_{\text{schwefelsaures Blei}}$$

Man stellt erst eine Leimlösung her und setzt dazu 2 Proc. saures chromsaures Kali. In diese Flüssigkeit werden die Gewebe eingetaucht und im Sonnenlichte getrocknet. Wird die Leimlösung so dick aufgetragen, daß die Zwischenräume davon gefüllt sind, so wird der Stoff selbst für Gase undurchdringlich.

Die so wasserdicht gemachten Stoffe haben, gleich denjenigen mit Alaun und Leim imprägnirten, den Nachtheil, daß sie leicht brechen und daher zur Verwendung von Kleiderstoffen schwer zu benutzen sind. Man hat diesem Uebelstand durch Zusatz von Glycerin abzuhelfen gesucht, allein die Masse behält hierbei einen etwas feuchten Griff.

Schülke in Berlin (D. R.-P.)[1]) ließ sich folgendes Verfahren zur Herstellung von wasserdichten und gasdichten Geweben patentiren. 500 Thle. Gelatine, welche man durch Kochen mit 750 Thln. Glycerin und 1500 Thln. Wasser vollständig auflöst, werden mit 40 Thln. saurem chromsaurem Kali und 4 Thln. einer weingeistigen Lösung von Salicylsäure oder einem andern antiseptisch wirkenden Mittel gemischt.

Die erhaltene Masse ist vor dem Lichte zu schützen. Beim Gebrauch wird das dicht zu machende Zeug so lange mit der Lösung bestrichen, bis die Poren vollständig geschlossen sind, und alsdann das Zeug so lange dem Licht ausgesetzt, bis die ursprünglich grüne Farbe auf dem Zeuge vollkommen verschwunden und letzteres ganz weiß geworden ist.

Neu bei diesem Verfahren ist nur der Zusatz von Glycerin zu der Gelatine- und chromsauren Kalimischung. Der Zusatz einer so geringen Menge weingeistiger Salicylsäure ist vollständig überflüssig, da das saure chromsaure Kali ein weit stärkeres Antisepticum ist als die Salicylsäure.

An Stelle von chromsaurem Kali kann man auch, wie Swan[2]) nachgewiesen hat, Chromalaun oder schwefelsaures Chromoxyd verwenden.

Bled und Dujardin (engl. Patent v. 21. Juli 1876) tauchen die Gewebe zum Wasserdichtmachen in eine Lösung von:

1000	g	Zinksulfat,
1000	„	Zinnchlorür,
200	„	calcinirte Magnesia,
1000	„	Caragheenmoos,
200	„	Malvenwurzel,
200	„	Leinsamen,
100	„	Gummi arabicum,
400	„	Stearin
		in 100 Liter Wasser.

In essigsaurem Natron wird nachher gebeizt.

---

[1]) Illustrirtes Patentblatt 1880, S. 150.
[2]) Dingl. pol. J. **186**, 255.

Die Herstellung wasserdichter Gewebe durch unlösliche Seifen.

Zu den besten und einfachsten Methoden zum Wasserdichtmachen der Gewebe gehören unstreitig diejenigen Methoden, die sich auf Erzeugung von unlöslichen Seifen auf der Faser gründen. Bei richtiger Präparation zeigen derartige Stoffe eine große Wasserdichtigkeit und da die Fasern des Gewebes bei geeigneter Behandlung nicht angegriffen werden, zeigen sie auch eine große Haltbarkeit.

Bei der Herstellung werden die Zeuge entweder zuerst mit einer Metalloxydsalzlösung durchtränkt und dann durch eine Seifenlösung gezogen, oder man verfährt umgekehrt, indem man die Stoffe zuerst in eine Seifenlösung einweicht und sie dann durch die Metalloxydsalzlösung zieht.

Als geeignete Metalloxydsalze verwendet man hauptsächlich:

Zinksalze (schwefelsaures Zinkoxyd und Chlorzink);
Eisensalze [schwefelsaures Eisenoxydul (Eisenvitriol) und schwefelsaures Eisenoxyd];
Thonerdesalze (Chloraluminium, schwefelsaure Thonerde und Alaun).

Von diesen drei Classen von Salzen eignen sich wieder die Thonerdesalze wegen ihrer Billigkeit am meisten.

Von Seifen verwendet man die gewöhnlichen Natron- oder auch Kalifettseifen; nur für ordinärere Stoffe wird an Stelle von Fettseife Harzseife verwendet.

Bei der Anwendung von Fettseifen bildet sich, wie schon erwähnt, mit dem Metalloxydsalz eine unlösliche Seife. Wird beispielsweise Thonerde verwendet, so bildet sich unlösliche Thonerdeseife. Bei Anwendung von Harzseife und Zersetzung derselben durch Aluminiumsalze wird jedoch nicht, wie man früher annahm, eine harzsaure Thonerdeverbindung gebildet, sondern freies Harz schlägt sich in feiner Vertheilung auf die Faser nieder, wie Wurster[1]) bei der Harzleimung des Papiers nachgewiesen hat.

Um eine unnöthige Ueberbürdung der Faser und Verschwendung an Seifen- und Metallsalzlösung zu vermeiden, läßt man das Gewebe, nachdem es aus der Metallsalzlösung herauskommt, eine Wringmaschine passiren und preßt dadurch den Ueberschuß der Lösung aus.

Man verwendet meistens eine 6- bis 8procentige Seifenlösung. Die Herstellung geschieht, besonders wenn die Farbe des wasserdicht zu machenden Stoffes nicht beschmutzt oder verändert werden soll, durch Auflösen von 3 bis 4 kg reiner weißer Talgseife in 50 kg warmem Wasser. Wichtig bei dem Verfahren ist noch, daß man Talgseife und keine Oelseife verwenden muß, weil sonst die sich abscheidenden Fettsäuren nicht in der Flüssigkeit suspendirt bleiben, sondern

[1]) Wagner's Jahresber. 1877, S. 977; 1878, S. 1155.

auf der Oberfläche schwimmen. Ist nach hinreichend langem Umrühren eine vollständige Lösung der Seife bewirkt, so wird in die noch hinreichend warme Lösung der Stoff eingeweicht und 8 bis 12 Minuten darin bewegt, so daß eine gleichmäßige Durchtränkung stattfindet.

Durch geringes Wringen wird der Ueberschuß der Seifenlösung entfernt und dann in eine 5- bis 6 procentige schwefelsaure Thonerdelösung oder Alaunlösung eingetaucht und unter fortwährender Bewegung 5 bis 10 Minuten lang imprägnirt. Hierauf werden die Stoffe am besten in fließendem Wasser abgespült, getrocknet und appretirt.

Bei Stoffen, deren Farbe durch die saure Natur des Alauns oder der schwefelsauren Thonerdelösung verändert wird, verwendet man eine 5- bis 6 procentige Chlorbaryum-, Chlorcalcium- oder schwefelsaure Magnesialösung.

Um möglichst vollständige Wasserdichtigkeit nach dieser Methode zu erlangen, muß man dichte Gewebe verwenden; weitmaschige Gewebe lassen sich überhaupt nach dieser Methode nicht wasserdicht machen.

Um eine möglichst vollständige Umsetzung des Metallsalzes zu bewirken, muß der Stoff in dem Seifenbad bewegt und gewalkt werden.

Nach dem Behandeln mit der Seifenlösung werden die Stoffe getrocknet und appretirt.

Verfahren zum Wasserdichtmachen des Papiers.

Wenn es auch nicht gelingt, das Papier so zu präpariren, daß es auf lange Zeit der Einwirkung des Wassers widerstehen könnte, so läßt es sich doch durch geeignete Behandlung so wasserdicht machen, daß es für manche Zwecke zweckmäßig verwendet werden kann.

Je nach der Herstellung kann man folgende Papiersorten unterscheiden:

I. „Wasserdichtes Packpapier“, hergestellt durch Ueberziehen einer Seite des Papiers mit einer Schichte Leim, der mit Kienruß gefärbt ist. Wenn das Papier trocken ist, wird es mit einem Weingeistfirniß überstrichen. Daß ein derartig präparirtes Papier dem Wasser nur sehr kurze Zeit Widerstand leisten kann, braucht nicht bestimmt hervorgehoben zu werden.

Es empfiehlt sich der Leimlösung 2 bis $2^1/_2$ Proc. saures chromsaures Kali zuzusetzen, weil, wie schon früher erwähnt, der Leim dadurch am Licht unlöslich wird.

II. „Wachspapier“. Dasselbe wird hergestellt durch Ueberziehen von grauem starkem Papier auf einer Seite mit einer Auflösung von Gummilack in schwach alkalischer Lösung, der zum Färben Kienruß zugesetzt wird. Das zu überziehende Papier wird von einer Rolle abgezogen, auf einer geeigneten Vorrichtung überstrichen und passirt dann zum Trocknen heiße Walzen.

Mascot und Hutin verwenden folgende Mischung:

Gummilack	1000 g
Kohlensaures Natron . . .	66 „
Potasche	33 „
Wasser	6 bis 10 L.

Zum Färben wird der Mischung Kienruß oder andere Farbe zugesetzt.

Brandely verfährt in folgender Weise:

60 g Gummilack werden in 1 L. Wasser gelöst und 12 bis 15 g Borax zugesetzt.

Nach dem Erkalten wird die Mischung mit Kienruß oder einer Farbe gefärbt. Will man schwarzes Wachspapier herstellen, so überzieht man das Papier vorher am besten mit Kleister, der mit Kienruß schwarz gefärbt ist.

Das Papier wird dann in 5 m lange, 1 m breite Stücke zerschnitten, auf einem großen Tische ausgebreitet und überstrichen. Zwei Frauen können per Tag ca. 200 Blätter bestreichen.

Wir geben hier eine Kostenaufstellung von Brandely:

200	Blätter à 16 *M.*	*M.* 32
1	Schwarze Kleisterschichte . .	„ 32
2	Gummilackschichten	„ 32
	Farbe, Firnißlack 2c.	„ 16
	Arbeitslohn 2 à 2	„ 4
		M. 116

Eine andere Art von Wachspapier, das namentlich in den Apotheken zum Verpacken von Salben 2c. benutzt wird, wird erhalten durch Tränken oder Ueberziehen von weißem Schreibpapier mit Wachs, Stearin oder Paraffin; zum Färben setzt man demselben Grünspan, Zinnober oder andere Farben zu.

Bei der Herstellung legt man das bereits gefärbte Papier auf eine heiße Platte und bestreicht dasselbe mit in Flanell eingewickeltem Wachs oder Paraffin, oder man läßt das Papier ein mit geschmolzenem Paraffin oder Wachs gefülltes Gefäß passiren und drückt den Ueberschuß durch warme Preßwalzen aus.

Außer den eben beschriebenen Methoden kann man das Papier noch wasserdicht machen:

1. Dadurch, daß man dasselbe in Schwefelsäure eintaucht, wie es bei der Herstellung des vegetabilischen Pergaments geschieht.

2. Durch Eintauchen in Schweizerische Lösung [1]). Bei beiden Methoden wird ein Theil der Cellulose oberflächlich gelöst, welcher beim nachherigen Trocknen, resp. Entfernen des Lösungsmittels ein Verkitten der Fasern und dadurch Wasserdichtigkeit bedingt.

3. Durch Eintauchen in eine Seifenlösung (60 g Seife in 12 L. kochendem Wasser aufgelöst), der man eine Alaunlösung (hergestellt durch Auflösung von 375 g Alaun in 12 L. Wasser), eine Leimlösung (hergestellt durch Auflösung von 125 g Leim), eine Gummiarabicumlösung (hergestellt durch Auflösen von 30 g Gummiarabicum) zusetzt und sorgfältig mischt. In diese wird das Papier einige Zeit eingetaucht und dann getrocknet.

Wir unterlassen es, noch weitere Methoden der vielen noch gemachten Vorschläge anzuführen. Zweck dieses war nur eben, die verschiedenen Methoden der Wasserdichtmachung kurz an einzelnen Beispielen zu beschreiben.

[1]) Hergestellt durch Auflösung von Cementkupfer oder Kupferdrehspänen in Ammoniak unter Zusatz von etwas Salmiak zur besseren Lösung des Kupfers.

Wir geben hier eine Zusammenstellung der auf die Kautschuk, Guttapercha- und Celluloïdfabrikation bezüglichen Literatur:

1. Prechtl, Encyklopädie, fortgesetzt von Karmarsch und Heeren. Kautschuk, Federharz und Guttapercha, Bd. 5 und 23.

2. Payen, Handbuch der technischen Chemie, bearbeitet von Stohmann und Engler.

3. Dr. Ure's dictionary of arts, manufactures and mines. London 1867 vol. 1.

4.* Encyclopédie-Roret, Caoutchouc, Guttapercha, Gomme factice. Toiles et Taffetas cirés et gommés impermeabilisation. 2 Theile. Paris 1880.

5. Patents for inventiones. Abridgments of Specifications relating to india rubber and guttapercha. London 1875. Printed by George Eyre and Will. Spottiswoode.

6. Franz Clouth, Die Kautschukindustrie oder Gummi und Guttapercha. Ihr Ursprung, Vorkommen, ihre Gewinnung, Verarbeitung und Verwendung. Verlag von Voigt in Weimar.

7. Raimund Hoffer, Kautschuk und Guttapercha. Wien, Pest, Leipzig.

8. Muspratt, encyklopädisches Handbuch der technischen Chemie, Bd. III. Herausgegeben von Bruno Kerl und F. Stohmann. Braunschweig bei Schwetschke und Sohn 1880.

Außerdem finden sich kleinere Mittheilungen wie längere Abhandlungen in folgenden Zeitschriften und Werken:

a. Dingler's polytechnisches Journal.
b. Wagner's Jahresberichte der chemischen Technologie.
c. Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleißes in Preußen.
d. Jahresberichte der Chemie.
e. Handwörterbuch der Chemie.
f. Engineering London.
g. Moniteur scientifique.
h. Industrieblätter von Jacobsen und Hager.
i. Deutsche Industriezeitung.
k. Uhland, Der praktische Maschinenconstructeur.
l. Patentschriften des kaiserl. deutschen Patentamtes.
m. Bulletin de la societé d'encouragement.
n. Chem. techn. Repertorium von Jacobsen.
o. Eulenberg, Handbuch der öffentlichen Gesundheitspflege. 1882 bei Aug. Hirschwald, Berlin.

Register.

A.

B.

C.

J.

K.

N.

O.

P.

Q.

R.

T.

U.

V.

W.

X.

Z.

II. Abthlg.: Explosivkörper und die Feuerwerkerei. Von Dr. E. Meyer. Preis 3 ℳ.
III. Abthlg.: Die Zündwaaren-Fabrikation. Von Wladimir Jettel. Preis 2 ℳ.

IV. Gruppe: I. Abthlg.: Grundzüge der Lederbereitung etc. Von Dr. Chr. Heinzerling. Preis 5 ℳ. 50 ₰
II. Abthlg.: Die Fabrikation der Kautschuk- und Guttaperchawaaren, sowie des Celluloïds und der wasserdichten Gewebe. Von Dr. Chr. Heinzerling.

Band VII.

Die Metallurgie. Von Dr. C. Stölzel. Liefg. 1—6. Allgemeiner Theil. Specieller Theil der Metallgewinnung, Roheisen und Stabeisen. Stahl, Kupfer, Zink, Cadmium, Zinn, Blei und Silber. Preis 23 ℳ.

Band VIII.

I. Abthlg.: Die Metallverarbeitung. Von Prof. A. Ledebur. Preis 7 ℳ.
II. Abthlg.: Die Verarbeitung der Metalle. Die Erzeugung der Eisen- und Stahlschienen. Von Alphons Petzholdt. Preis 2 ℳ.

Bolley-Birnbaum's Technologie. *Neue Folge.*

1. Die Fabrikation chemischer Producte aus thierischen Abfällen. Von Dr. Hugo Fleck. Zweite Auflage. Mit 45 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 3 ℳ. 20 ₰
2. Die Glasfabrikation. Von Dr. H. E. Benrath. Mit 201 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 10 ℳ.
3. Die chemische Technologie des Wassers. Von Dr. Ferdinand Fischer. Mit 271 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 11 ℳ. 60 ₰
4. Die trocknenden Oele, ihre Eigenschaften, Zusammensetzung und Veränderungen etc. Von Louis Edgar Andés. Mit 49 in den Text eingedruckten Holzstichen. Preis 5 ℳ. 20 ₰

Das Naphtalin und seine Derivate

in Beziehung auf Technik und Wissenschaft bearbeitet von

M. Balló,

Professor an der städtischen Oberrealschule in Pest.

gr. 8. geh. Preis 2 ℳ.

Leder- und Kautschuk-Industrie.

Von **Carl Franz Deninger,**

Commerzienrath, in Mainz.

(Separatabdruck aus dem „Amtlichen Berichte über die Wiener Weltausstellung im Jahre 1873". Viertes Heft.)

gr. 8. geh. Preis 1 ℳ.

Die Schule der Chemie,

oder erster Unterricht in der Chemie, versinnlicht durch einfache Experimente. Zum Schulgebrauch und zur Selbstbelehrung, insbesondere für angehende Apotheker, Landwirthe, Gewerbtreibende etc.

Von **Dr. J. A. Stöckhardt,**

Königl. Sächs. Geh. Hofrath, Professor der Chemie an der Königl. Akademie für Forst- und Landwirthe zu Tharand und K. S. Apothekenrevisor.

Neunzehnte verbesserte Auflage. Mit 219 in den Text eingedruckten Holzstichen und einer farbigen Spectraltafel. 8. geh. Preis 7 ℳ.


U. HOLZER
BINDER
BOSTON, MASS.
Digitized by Google

